

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ZJIŠŤOVÁNÍ A SPECIFIKACE NEODSTRANITELNÝCH VAD A PORUCH STAVEB

DETECTION AND SPECIFICATIONS OF UNRECTIFIABLE DEFECTS AND FAILURES OF
BUILDING STRUCTURES

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Ing. MARTINA TESAŘÍKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN ŠMAHEL, Ph.D.

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2009/10

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Tesaříková Martina, Ing.

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Realitní inženýrství (3917T003)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Zjišťování a specifikace neodstranitelných vad a poruch staveb

v anglickém jazyce:

Detection and Specifications of Unrectifiable Defects and Failures of Building Structures

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Charakterizovat stavbu po jednotlivých konstrukcích.

Definovat odstranitelné a neodstranitelné vady a poruchy.

Specifikovat na jednotlivých konstrukcích nejčastěji se vyskytující neodstranitelné vady a poruchy.

Cíle diplomové práce:

Analýza podmínek vzniku, vývoje a následků odstranitelných a neodstranitelných vad a poruch.

Podrobná specifikace a klasifikace neodstranitelných vad a poruch.

Návrh technického řešení vedoucího k odstranění vlivů a následků neodstranitelných vad a poruch.

Návrh metody měření a návrh metody ocenění neodstranitelných vad a poruch.

Seznam odborné literatury:

Slovník pojmů ve výstavbě, ČKAIT, 2000


Stavební zákon, 183/2006 Sb., vč. prováděcích předpisů

Vedoucí diplomové práce: Ing. Milan Šmahel, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/10.

V Brně, dne 30.10.2009





prof. Ing. Albert Bradáč, DrSc.
ředitel vysokoškolského ústavu

Abstrakt

Diplomová práce se věnuje problematice zjišťování a specifikace neodstranitelných vad a poruch se zaměřením na vlhkost. Cílem mé práce je obecně vysvětlit, co je to vada a porucha, co je jejich příčinou, a celkově tuto oblast přiblížit. Dále určit rozdíl mezi odstranitelnou a neodstranitelnou vadou.

Součástí práce je i kapitola věnovaná průzkumům staveb, které jsou nedílnou součástí při odhalování vad, poruch a jejich příčin v konstrukcích.

Další část je věnovaná hlavnímu tématu práce – vlhkosti, přiblížení této problematiky a problémů, které vlhkost v konstrukci způsobují. Na konci této kapitoly jsou uvedeny možné způsoby snižování vlhkosti v konstrukcích.

V poslední části je na konkrétním případě (objektu postiženém vlhkostí) přiblížen postup zjišťování a posuzování těchto vad a poruch v praxi.

Abstract

The diploma thesis deals with problems of identification and specification of insurmountable impairments with a focus on moisture. The aim of my work is generally explain what the fault and failure, what is their cause, and the overall approach in this area. Next determine the difference between removable and irremovable defect.

Part of this work is a chapter devoted to surveys of buildings, which are an integral part in detecting defects, failures and their root structures.

Another section is devoted to the main subject of work - moisture, approach this issue and the problems caused by moisture in the structure. At the end of this chapter is about ways of reducing the moisture in structures.

The last section is on the case (the object affected moisture) approach procedure for identifying and assessing these impairments in practice.

Klíčová slova:.

Neodstranitelné vady, Neodstranitelné poruchy, Trhliny, Vlhkost.

Keywords:

Uncorrectable defect, Irreparable failure, Cracks, Moisture.

Bibliografická citace

TESAŘÍKOVÁ, M. *Zjišťování a specifikace neodstranitelných vad a poruch staveb*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2010. 98 s.
Vedoucí diplomové práce Ing. Milan Šmahel, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28. 5. 2010

.....

Ing. Martina Tesaříková

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Milanu Šmahelovi, Ph.D. za pedagogické vedení, cenné rady a podnětné připomínky při konzultacích.

Dále bych chtěla poděkovat Ing. Pavlu Klikovi za poskytnutí podkladů pro mou diplomovou práci.

A v neposlední řadě bych chtěla poděkovat Ing. Janu Vaněčkovi za odbornou pomoc a Mgr. Ondřeji Zatloukalovi za stylistickou pomoc a dodávání elánu při psaní této diplomové práce.

OBSAH

1	ÚVOD.....	12
2	ZÁKLADNÍ POJMY.....	13
3	ŽIVOTNOST STAVEB	16
3.1	Technická životnost	17
3.2	Ekonomická životnost	18
3.3	Morální životnost.....	19
4	VADY A PORUCHY	20
4.1	Poruchy	20
4.1.1	Příčiny poruch	21
4.1.2	Zjišťování poruch	23
4.2	Vady	24
4.2.1	Odstranitelné vady.....	24
4.2.2	Neodstranitelné vady	24
4.2.3	Nebezpečné vady.....	24
4.2.4	Neškodné vady	24
4.2.5	Vady vizuálně zjistitelné	25
4.2.6	Vady skryté.....	25
5	PRŮZKUM STAVEB	26
5.1	Stavebně - historický průzkum	26
5.2	Architektonicko - urbanistický průzkum	27
5.3	Stavebně - technický průzkum.....	27
5.3.1	Rozdělení stavebně technického průzkumu dle rozsahu a hloubky.....	29
5.3.2	Rozdělení metod stavebně technického průzkumu.....	30
5.3.2.1	Smyslové metody	30
5.3.2.2	Přístrojové a laboratorní metody	31
5.3.3	Výsledky stavebně technického průzkumu	32
5.3.3.1	Členění zprávy	32
5.4	Pasportizace	33
5.5	Vlhkostní průzkum	34
5.5.1	Rozdělení vlhkostního průzkumu	34
5.5.2	Výsledky vlhkostního průzkumu.....	35
5.5.2.1	Fáze vlhkostního průzkumu	35
5.6	Průzkum biokoroze objektu	37
5.6.1	Průzkum dřevěných konstrukcí	37
5.6.1.1	Členění průzkumu	38
5.6.2	Průzkum prostor napadených plísněmi.....	38
5.7	Konstrukční a statický průzkum objektu	39
6	PORUCHY STAVEB ZPŮSOBENÉ VLHKOSTÍ.....	40
6.1	Povrchy	41

6.2	Svislé konstrukce	42
6.2.1	Zdivo sislé, obvodové a nosné výplňové.....	42
6.3	Vodorovné konstrukce	43
6.3.1	Stropy, klenby a podlahy	43
6.4	Zdroje vlhkosti.....	44
6.4.1	Povrchová kondenzace	45
6.4.2	Degradace stavebního materiálu.....	46
6.4.3	Vysychání materiálů	47
6.4.4	Vodorospustné soli	48
6.4.5	Předpisy a požadavky	49
6.5	Příčiny poruch.....	49
6.5.1	Stavební vady	51
6.5.2	Vlhkost stavebních hmot	52
6.5.2.1	Smáčivost, nasákavost.....	52
6.5.2.2	Porozita	53
6.5.2.3	Mrazuvzdornost	53
6.5.2.4	Odolnost vůči krystalizaci solí	54
6.5.2.5	Rozpustnost.....	54
6.5.3	Zdroje zvýšené vlhkosti.....	54
6.5.3.1	Voda srážková.....	55
6.5.3.2	Voda vzlínající	56
6.5.3.3	Voda kondenzující na vnitřním povrchu konstrukce.....	56
6.5.3.4	Voda působící hydrostatickým tlakem	56
6.5.3.5	Hydroskopicitu stavebního materiálu.....	56
6.6	Statická spolehlivost konstrukcí a vlhkost	56
6.6.1	Získání výchozích podkladů.....	57
6.6.2	Trhliny	58
6.6.3	Posuzování zděných konstrukcí.....	60
6.7	Způsoby snížení vlhkosti konstrukcí	61
6.7.1	Vzduchové izolační systémy	62
6.7.2	Dodatečné bariéry ve zdivu	67
6.7.3	Jílové izolace	71
6.7.4	Plošné izolace	72
6.7.4.1	Systémy a materiály vodotěsných izolací	74
6.7.4.2	Technologie provádění izolačních systémů.....	76
6.7.4.3	Rizika návrhu vodotěsných izolací spodní stavby.....	77
6.7.5	Omítky.....	78
7	ZJIŠTĚNÍ NEODSTRANITELNÝCH VAD A PORUCH NA NEMOVITOSTI	
	– PRAKTICKÝ PŘÍKLAD	80
7.1	Seznámení s řešenou problematikou.....	80

7.2	Měření vlhkosti	81
7.3	Stanovení vad a poruch stavby	85
7.3.1	Zatékání vody terasou.....	85
7.3.1.1	Skladba terasy	85
7.3.1.2	Zjištěné vady a poruchy	86
7.3.1.3	Návrh na opravu.....	87
7.3.2	Vznik vlhkosti ve zdivu v 1.PP	88
7.3.2.1	Skladba podlah v 1.PP.....	88
7.3.2.2	Svislé hydroizolační souvrství	89
7.3.2.3	Stanovení příčin nadměrné vlhkosti 1.PP.....	90
7.4	Snížení hodnoty nemovitosti z důvodů výskytu neodstranitelných vad	91
7.4.1	Stanovení snížení hodnoty.....	91
7.4.2	Metodika zjištění celkového snížení hodnoty nemovitosti:.....	93
7.5	Shrnutí praktického příkladu	95
8	ZÁVĚR.....	96
	Literatura:	97
	Seznam obrázků:	98
	Seznam tabulek:	98

1 ÚVOD

Vady a poruchy se vyskytují u všech druhů staveb, a to u objektů malých i velkých, různého účelu a z různého stavebního materiálu (beton, cihly, ocel, kámen, dřevo, syntetické hmoty a jejich kombinace).

Vznikají působením různých vlivů:

- Mechanické – zatížení, přetížení, nárazy,
- Fyzikální – změny teploty, vlhkosti, požár (vysoké teploty), mráz (nízké teploty)
- Chemické – plyny, vody (měkké, kyselé, agresivní), organické látky
- Biologické – makroskopické, mikroskopické

Všechny tyto vlivy postupně rozrušují strukturu konstrukce a při nadměrném vlivu způsobují poruchy.[7]

Jednou z největších příčin vzniku neodstranitelných vad a poruch je vlhkost. Setkáváme se s ní běžně, ať jde o vlhkost v konstrukcích, či vlhkost vnitřního prostředí. Vlhkost jako samotná je jak pro konstrukce, tak pro člověka potřebná, je přeci součástí všech pórovitých stavebních látek, ze kterých se konstrukce vytváří a v samotném objektu pak vytváří pro člověka potřebné mikroklima. Pokud ale dojde k většímu nahromadění vlhkosti v určitých místech konstrukce, stává se problémem, se kterým se musí bojovat, neboť může zapříčinit sníženou funkčnost a spolehlivost objektu.

2 ZÁKLADNÍ POJMY

Porucha - souhrn fyzikálních, chemických nebo jiných procesů, které narušují únosnost, použitelnost nebo trvanlivost objektu či konstrukce.

Vada - skrytý nedostatek konstrukce, způsobený nevhodným návrhem (v projektu) nebo provedením. Vada nemusí vždy znamenat menší únosnost nebo použitelnost konstrukce.

Bytový dům - obytná budova o čtyřech a více bytech přístupných ze společného komunikačního prostoru se společným hlavním vstupem z veřejné komunikace.

Nemovitost - dle § 119 Obč. zákona je jednak pozemek, a jednak stavba, pokud je spojena se zemí pevným základem.

Pozemek - část přirozeného zemského povrchu, oddělená od sousedních částí trvalým rozhrančením, hranicí správní, vlastnickou nebo užívací.

Stavba - za stavbu se považují veškeré stavby bez zřetele na jejich stavebně-technické provedení, např. budovy, věže, stožáry, komunikace, zdi, pomníky apod. Mohou být trvalé nebo dočasné.

Stavební pozemek - pozemek k zastavění vhodný svými vlastnostmi, zejména polohou, velikostí, základovými poměry umožňující účelnou i hospodářskou realizaci a bezpečné užívání staveb.

Ekonomická životnost - doba od realizace objektu (stavby) až do jejího hospodářského (ekonomického) zániku. Z pohledu ekonomického bychom tuto životnost mohli charakterizovat jako dobu, během které poklesne pořizovací hodnota objektu v důsledku opotřebení k nule. Ekonomická životnost bývá v převážné většině případů kratší než životnost technická.

Technická životnost - doba, po kterou objekt (stavba, část objektu) plní předpokládanou funkci a slouží svému účelu.

Zbytková životnost - doba od provedení přestavby nebo opravy, popř. zpracování posudku nosné způsobilosti, do předpokládaného ukončení užívání konstrukce.

Adaptace - úprava, přizpůsobení objektu nebo jeho části pro jiný nebo dosavadní účel.

Demolice - bourání, zboření. Zpustošení znamená ve stavebnictví stržení (snesení) objektu, příp. celých městských obvodů nebo jejich částí.

Konzervace - odborné zajištění památky před zchátráním, rozpadem nebo vůbec před pokračováním rozkladného procesu, aniž se mění, doplňuje či rekonstruuje stav památky, v jakém se dochovala. V praxi to znamená celou škálu postupů, chemicko-technologických procesů, ale i celých stavebně-technických prací.

Modernizace - úprava, jíž se při uplatňování prvků technického pokroku nahrazují části hmotného majetku modernějšími částmi za účelem odstranění následků opotřebení a zastarání vlivem technického rozvoje, zvyšuje se vybavenost hmotného investičního majetku, popřípadě se rozlišuje jeho použitelnost. Ve výstavbě se jí rozumí tedy taková změna stavby, kterou se zvyšují (modernizují) užitné vlastnosti stavby nebo její části, aniž se mění její účel. Pro účely zákona o daních z příjmů se modernizací rozumí rozšíření vybavenosti nebo použitelnosti majetku.

Nástavba - změna dokončené stavby, kterou se zvětšuje objem stavby směrem vzhůru, tj. stavba se zvyšuje.

Oprava - opravou se odstraňuje částečné fyzické opotřebení nebo poškození za účelem uvedení objektu (základního prostředku) do provozuschopného stavu. Obnovují se jimi technické vlastnosti, odstraňují funkční, vzhledové a bezpečnostní nedostatky. [1]

Oprava může být:

- malá – jedná se převážně o náhradu nebo změnu menších součástí objektu nebo konstrukce, která byla poškozena užíváním nebo jednorázovým zásahem, nebo je žádoucí menší změna její funkce;
- velká – viz jako malá, ale s větším rozsahem při stejném účel;
- generální – jedná se o opravu podstatných částí objektu nebo konstrukce za účelem obnovy jejích původních, již ztracených funkcí. Popřípadě také za účelem podstatnější změny funkce objektu či konstrukce. [6]

Přestavba - souhrnný název pro rekonstrukci, modernizaci a rozšíření (nástavba, přístavba).

Přístavba - změna dokončené stavby, jíž se stavba půdorysně rozšiřuje a která je vzájemně provozně propojena s dosavadní stavbou.

Rekonstrukce - obnovovací práce prováděné za účelem uvedení objektu do původního stavu. Rekonstrukce je konstrukční a technologická úprava dosavadního hmotného investičního majetku nebo jeho části, která má obvykle za následek změnu technických parametrů, popřípadě změnu funkce a účelu hmotného investičního majetku. Rekonstrukce je často spojována s modernizací. Pro účely zákona o daních z příjmů se rekonstrukcí rozumí zásahy do majetku, které mají za následek změnu jeho účelu nebo technických parametrů.

Udržování, údržba - pravidelná péče o objekt (základního prostředku), kterou se zpomaluje průběh procesu fyzického opotřebení, předchází se jeho následkům tak, aby se zajistil jejich provozuschopný stav a bezpečný provoz, případně se odstraňují drobné závady.

Vestavba - změna dokončené stavby, kterou se nemění objem, ale dochází k novému členění a uspořádání v ní obsažených prostor.[1]

3 ŽIVOTNOST STAVEB

Životností staveb rozumíme při oceňování dobu, jež uplyne od vzniku stavby (zpravidla od začátku užívání) do jejích zchátrání, za předpokladu, že po celou dobu byla na stavbě prováděna běžná (preventivní) údržba (tedy nikoliv, že stavba byla ponechána svému osudu). Tato doba se udává v rocích.

Je to tedy schopnost stavebního objektu plnit požadované funkce do dosažení mezního stavu při stanoveném systému předepsané údržby a oprav. Číselně se vyjadřuje např. technickým životem s předepsanou pravděpodobností, středně technickým životem nebo střední dobou užívání. [2]

Stavebním objektem se rozumí soubor funkčních dílů, kde i tyto díly mají svou životnost. Znamená to, že ona životnost stavebního objektu je závislá na minimální trvanlivosti nosných funkčních dílů.

Funkční díl je prvkem stavebního objektu. Vzniká na základě souboru stavebních prací provedených různými technologiemi a z různých materiálů. Slouží nejenom jako podklad pro stanovení ceny, ale zároveň je i důležitou součástí sledování vývoje stavebního objektu v rámci jeho životního cyklu. Umožňuje totiž komplexněji sledovat prováděné práce a použitý materiál v rozpočtu stavebního díla oproti členění ve stavebních dílech. Dále umožňuje ke každému konkrétnímu, přiřazení životnosti a možnost sledovat vývoj změn životnosti v čase. [3]

Ze stavebně technického hlediska je zřejmé, které podmínky budou nejvíce ovlivňovat životnost staveb. Půjde zejména o:

- způsob založení stavby ve vztahu k daným základovým podmínkám
- návrh, konstrukční řešení a technologické provedení prvků dlouhodobé životnosti (PDŽ – prvků, které by se neměly měnit po celou dobu trvání stavby – základy, svislé nosné konstrukce, stropy, krovy...)
- způsob a intenzita užívání stavby
- provádění běžné (preventivní údržby)

- z technického, ale i z ekonomického hlediska zde nebude zanedbatelný vliv prováděných modernizací. Tyto obvykle bývají provedeny současně s velkými event. generálními opravami celé stavby. [2]

Pokud některou z těchto podmínek zanedbáme, snížíme tím životnost daného objektu a můžeme tak přispět k jeho předčasnému zániku. Je proto v našem nejlepším zájmu, aby nedošlo k poruchám a poškození samotného objektu.

Životnost konstrukce může být negativně ovlivněna zejména příčinami:

- v přípravě stavby, nedostatky projektu,
- v průběhu stavby,
- v průběhu užívání,
- nepředvídanými událostmi (živelné pohromy, požáry, výbuchy apod.)
- v normách a předpisech.

Hlavní činitele, které rozhodují o životnosti stavby, jsou zejména konstrukční hmoty, nesprávné konstrukční koncepce staveb, statické problémy, vliv prostředí a údržba objektu. Mezi hlavní činitele snižující životnost konstrukce můžeme zahrnout smršťování, dotvarování a únavu betonu, účinky teplotních vlivů, deformace základů a základových půd, vliv koroze betonu a oceli, působení různých kyselin, přetěžování konstrukce, výrobní závady apod.

Při stanovení životnosti objektu nelze stanovit přesnou časovou hranici. Některé části objektu mohou být ve velmi špatném stavu, kdežto jiné jsou v téže budově zcela zachovalé. Někdy stačí vyměnit pouze několik nosných, nejexponovanějších prvků a po dalších menších opravách může objekt dále sloužit původnímu nebo jinému účelu.[7]

Obecně můžeme životnost rozdělit na dvě základní skupiny:

- **technická životnost**
- **ekonomická životnost** [3]

3.1 TECHNICKÁ ŽIVOTNOST

Za technickou životnost je většinou považována doba vzniku stavebního objektu do doby jeho zchátrání, tedy do úplného technického zániku. V podstatě se jedná o fáze životního

cyklu stavebního objektu, a to od fáze investiční (realizace), přes fázi provozní, až po fázi likvidace. Obdobně lze charakterizovat tuto životnost i u funkčních dílů.

Zde však kromě vlastní životnosti určujeme ještě cyklus oprav v letech a rozsah oprav. V souvislosti s rozsahem oprav můžeme konstrukční prvky rozdělit na dva typy životností:

- **dlouhodobá životnost** – tuto životnost mají prvky, resp. konstrukce, které se zpravidla během doby trvání nemění vůbec, nebo pouze částečně při generální opravě. Patří zde základy, svislé nosné konstrukce, vodorovné konstrukce atd. Minimální životnost těchto prvků ovlivňuje onu životnost celého stavebního objektu. Jejich opravy bývají velmi náročné jak časově tak i finančně.
- **krátkodobá životnost** – tuto životnost mají prvky stavebně technické. Opravy a výměny jsou zde prováděny častěji. [2]

3.2 EKONOMICKÁ ŽIVOTNOST

Ekonomická životnost je doba od vzniku stavby až po okamžik ztráty její ekonomické užitečnosti. Přitom je tento stav spojen s trvalou ztrátou výnosů a to vzhledem k nákladům, které jsou nepřiměřeně vysoké. Je tedy lepší stavbu odstranit, nahradit novou a tím znovu zhodnotit pozemek, nebo jde o jednoúčelovou stavbu, která ztratila ekonomickou užitečnost kvůli změně vnějších podmínek. V tomto případě by náklady na její udržení či na nové a lepší využití byly nepřiměřeně vysoké. [2]

U funkčních dílů je stanovení ekonomické životnosti komplikovanější. Můžeme sice u nich sledovat náklady na údržbu a opravy, avšak výnosy, které potřebujeme pro vyhodnocení ekonomické životnosti, funkčním dílům není možné přiřadit. Porovnání můžeme provést rozdílem součtů nákladů funkčních dílů a výnosů stavebního objektu.

Pokud tedy známe přibližně stáří stavebního díla, např. v porovnání s podobným objektem, můžeme u funkčních dílů určit počet a rozsah oprav a převážně u prvků krátkodobé životnosti i počet jejich výměn. Díky těmto údajům lze tedy plánovat data oprav a na základě rozsahu prací, které jsou nutné, je možné sledovat i náklady na opravy či výměny. Aby byla životnost a náklady stanoveny co nejpřesněji, je potřeba i funkční díl rozdělit na konstrukční prvky. Životnost stavebního objektu bývá většinou dlouhý časový úsek, proto sledování nákladů v celé délce jeho života je nemožné. Obecně platí, že mezi přesností odhadu a časem je nepřímá úměra, tudíž je lepší uvažovat pouze část odhadované doby a to výhledově tak maximálně 10 – 20 let. [3]

3.3 MORÁLNÍ ŽIVOTNOST

Též se používá pojmu morální životnost. Je to pojem relativní a určení, kdy je konstrukce v důsledku technického pokroku a ekonomické situace moderní či nikoliv, závisí do značné míry na posuzovateli. Je to doba od vzniku stavby do okamžiku zastarání stavby, například nevyhovující dispoziční řešení, styl, standardy a překonané technologie, změny trhu, rozvoj území apod.

4 VADY A PORUCHY

Vady a poruchy se vyskytují u všech druhů staveb (u objektů velkých i malých, nízkých i vysokých, běžných i zvláštních) bez ohledu na druh konstrukčního materiálu (kámen, cihly, ocel, dřevo a jejich kombinace). [7]

Vadou stavby se rozumí vadné provedení některé stavební konstrukce. Toto provedení může mít příčinu v pochybení projektanta stavby, dodavatele stavby, investora, nebo jiného účastníka výstavby.

Porucha může vzniknout jako důsledek vady, nebo také z jiných příčin. Nemusí, ale může, být tedy způsobena vadným provedením některé části stavby. Poruchu mohou způsobit např. otřesy od okolní dopravy, obdobně jako vada v základové konstrukci.

Příkladem rozdílu mezi vadou a poruchou: vadné provedení mělkého založení stavby může mít příčinu v chybě projektu nebo v chybě dodavatele a jde o vadu. Pokud v důsledku této vady poklesnou základy a vznikne trhлина v nosném zdivu, je tato trhлина poruchou, nikoliv vadou. [4]

Vady a poruchy lze rozdělit do několika skupin a podskupin. Do hlavní skupiny můžeme zařadit tyto dvě, které právně upravuje zákon č. 40/1964 Sb., Občanský zákoník:

- **odstranitelné**
- **neodstranitelné**

Podskupiny těchto dvou poté tvoří:

- nebezpečné
- neškodné

A ty lze opět rozdělit na:

- vizuálně zjiitelné
- skryté [5]

4.1 PORUCHY

Porucha konstrukčního prvku nebo celého objektu nastává v podstatě narušením rovnováhy mezi vnitřními a vnějšími vlivy, resp. statickými veličinami, popř. oběma příčinami současně. Může tedy nastat nedodržením vztahu $R_{\min} \geq S_{\max}$

kde R_{\min} je únosnost konstrukčního prvku, charakterizovaná hodnotami vnitřních sil,

S_{\max} jsou statické veličiny vyplývající z vnějšího zatížení, včetně agresivního prostředí.

Poruchy nejčastěji hodnotíme z hlediska statické závažnosti:

- *poruchy staticky nevýznamné* – tyto poruchy neohrožují stavbu, působí však neesteticky, a proto je odstraňujeme. Oprava bývá jednoduchá a nenáročná;
- *poruchy z hlediska statického a funkčního závažné* – pro zjištění bezpečnosti stavebního díla musí být vhodně zvolenými metodami odstraněny;
- *poruchy staticky velmi závažné* - tzv. havarijní. U těchto poruch je bezpodmíněčně nutný okamžitý zásah. Jakékoliv zpoždění zajišťovacích prací a následných sanačních opatření může vést ke zničení objektu. U těchto konstrukcí je třeba pečlivě zvážit vhodnost opravy, protože dosti často bývá účelnější objekt zbourat a postavit nový.

Poruchy též dělíme podle:

- stavebních materiálů – poruchy betonových, ocelových, zděných a jiných prvků;
- částí narušených konstrukcí – stropy, sloupy, základy, střechy;
- období jejich vzniku – během přípravy staveb, výstavby, užívání.

4.1.1 Příčiny poruch

Poruchy stavebních konstrukcí mohou být:

- *viditelné* – jakýkoliv jev poznatelná zrakem, který znepokojuje osoby přicházející s objektem do styku (trhlina ve stěně nebo stropní konstrukci, průsak vody do objektu, zkorodované části ocelové konstrukce, nebo jejich spojovacích prvků, nedokonalá funkce oken, dveří či jiných zařízení objektu);

- *neviditelné* – jsou daleko nebezpečnější než poruchy viditelné (pokročilá koroze výztuže železobetonu, snížená stabilita, zhoršené vlastnosti betonu pod vrstvou omítky nebo obkladu, nižší pevnost betonu).

Poruchy stavebních konstrukcí mohou být zapříčiněny:

- projektantem stavby* – projekty, zejména menšího rozsahu, jsou leckdy vypracovány projektanty, kteří nemají potřebnou kvalifikaci. Při projektování rekonstrukcí, sanací, rozšíření apod., tedy při zásahu do stávajícího objektu, je nutné vždy pátrat po původní projektové dokumentaci (u investora, v archivech);
- dodavatelem stavby* – technologickou nekázní (nedodržení technologického postupu, lhůt, předpisů, norem), nedodržením prováděcího projektu, nedbalostí;
- investorem* – investor z důvodu úspor nechá realizovat stavbu dle projektové dokumentace zpracované ke stavebnímu řízení, zde nebývají dořešeny například detaily. Při jejich realizaci na stavbě pak dodavatel často improvizuje, a proto výsledkem bývá neodborné provedení a následkem toho pak vyskytující se problémy. Na základě této „úspory“ však může dojít k nákladům mnohem větším;
- uživatelé objektu* – neodborné zásahy do konstrukce nebo zařízení objektu, objekt, jehož část nebo konstrukce je užívána v rozporu s účelem, pro který byla vyprojektována;
- vnějšími vlivy* – klimatické účinky (déšť, vítr, sníh, oslunění);
- nepředvídanými událostmi* – živelné pohromy, teroristické útoky;
- zanedbanou údržbou*;
- přirozeným opotřebením materiálu, únavou materiálu, stárnutím*. [6]

4.1.2 Zjišťování poruch

Poruchy na konstrukcích se projevují různým způsobem. Závisí na způsobu nanamáhání, na tvaru konstrukčního prvku a na druhu materiálu. Některé poruchy přímo signalizují příčinu a dobu svého vzniku. Někdy je obtížné rozhodnout, zda je o poruchu starší nebo o poruchu vzniklou nedávno. Proto je nutno poruchu určitou dobu pozorovat vhodnými pomůckami a sledovat změny jejího stavu.

Nejvíce poruch se projevuje trhlinami, sedáním, deformacemi, tj. vychylováním a posunem konstrukce, nadměrnými průhyby apod. Trhliny jsou viditelný projev napětí, které překročilo mez pevnosti dotyčného materiálu. Každá trhlina svědčí o pohybech jednotlivých částí stavby. Podle množství, tvaru, šířky a místa trhlín v konstrukci usuzujeme na závažnost poruchy. Vzhled trhlín (tvar, rozměry a průběh) je také vodítkem ke zjištění příčin jejich vzniku. |Správnost posouzení vzniku trhlín je Často ztížena spolupůsobením většího počtu příčin poruchy.

Trhliny mohou být:

- *neškodné* – které kazí pouze vzhled stavby;
- *závažné* (varující) – nejzávažnější jsou trhliny v pohybu, které upozorňují na stavební poruchu staticky závažnou a na možnost zřícení konstrukce.

Nejjednodušším ukazatelem pohybu zdiva či betonu je sádrová destička 8 až 10 mm tlustá, osazená přímo na konstrukci, která musí být zbavena omítky a řádně navlhčena, aby sádra přilnula. Destička by měla na každé straně přesahovat trhlínu alespoň o 80 až 100 mm a měla by být označena datem osazení. Jestliže je konstrukce v pohybu a trhlina se zvětšuje, objeví se na sádrové destičce prasklina a konec trhlíny se prodlouží z dřívější značky. Šířku trhlíny snadno změříme na destičce. Je-li destička porušena značnou měrou a zejména oddělíme-li se na jedné straně, ponecháme ji a vedle ní osadíme další destičku s novým označením.

Šířku trhlíny můžeme také sledovat vhodným umístěním proužku skla tloušťky 1 až 2 mm, šířky asi 20 mm, jehož rozšířené konce jsou přisádrovány na obou stranách trhlíny.

Jsou-li očekávané pohyby konstrukce větší, pak je možno po obou stranách trhlíny připevnit ocelové trny a měřit vzdálenosti mezi koncovými zabroušenými hroty. Kromě

pohybu trhlin sledujeme průběh teploty a vlhkosti prostředí, případné chvění v okolí a samozřejmě celkový stav pozorované konstrukce.

4.2 VADY

4.2.1 Odstranitelné vady

Odstranitelnou vadou je vada taková, kterou lze opravou odstranit a plnění se tak stává bezvadným. Některé odstranitelné vady jsou však právním řádem považovány za tak významné, že jsou s nimi spojeny stejné právní následky jako s vadou neodstranitelnou (např. větší počet odstranitelných vad, výskyt odstranitelné vady opětovně po opravě). [5]

4.2.2 Neodstranitelné vady

Neodstranitelnou vadou je taková vada, pro kterou nemůže být věc užívána jako věc bez vady, zejména vada, kdy věc nelze opravit (vadu odstranit) z technického hlediska. Za vady neodstranitelné se dále považují takové, které sice technicky odstranitelné jsou, ale charakter takových vad odůvodňuje jejich postavení na roveň vadám neodstranitelným. Do této skupiny patří situace, kdy se na věci vyskytuje větší počet vad (podle soudní praxe musí jít nejméně o tři vady) nebo se tatáž vada vyskytla opětovně (podle soudní praxe jde o opětovné vyskytnutí vady tehdy, pokud se vada po opravě vyskytla ještě 2x). [5]

4.2.3 Nebezpečné vady

Znamená to, že tyto vady ohrožují zdraví osob, bezpečnost užívání, nebo stabilitu stavby nebo její části. Příkladem, kdy může dojít k poškození zdraví, je netěsnost komínového tělesa. U úrazu, či hospodářské škody lze jako příklad uvést chybné zabezpečení jednotlivých požárních úseků. Další nebezpečnou vadou je zřícení některé části stavby např. stropní konstrukce, nebo přinejmenším nefunkčnost stavby či její části např. přerušení instalačních rozvodů vlivem chybně provedené dilatace, apod. [4]

4.2.4 Neškodné vady

Tyto vady nijak neohrožují bezpečnost a zdraví osob. Rovněž neohrožují stabilitu stavby, ani nezpůsobují nefunkčnost stavby jako celku nebo jen její části, avšak ruší konečný vzhled a estetiku onoho objektu. [4]

4.2.5 Vady vizuálně zjistitelné

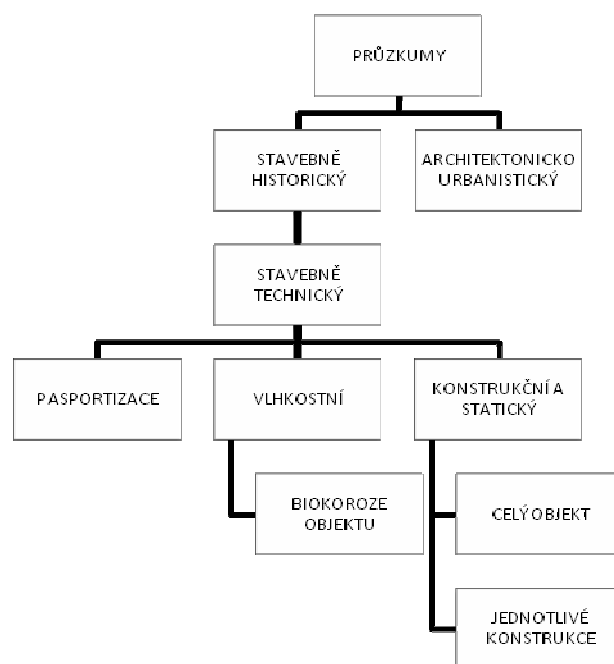
Zjevné vady jsou takové, které mohou být zjištěny při obvyklé prohlídce zboží či obvyklém postupu převzetí díla, pokud byla zachována běžná (obvyklá) pozornost. Podle občanského zákoníku platí, že u zjevných vad nelze uplatňovat nárok z odpovědnosti za vady, ledaže zcizitel výslovně ujistil, že věc je bez jakýchkoliv vad. Toto ustanovení má obecnou dispozitivní povahu, může být zvláštními předpisy nebo dohodou smluvních stran vyloučeno. [4]

4.2.6 Vady skryté

Skryté vady jsou takové, které nemohly být zjištěny při obvyklé prohlídce zboží, či obvyklém postupu při převzetí díla, a to při zachování běžné (obvyklé) pozornosti. Přitom tyto vady existovaly, neprojevily se však tak, aby byly vadami zjevnými. [4]

5 PRŮZKUM STAVEB

Abychom získali kompletní a ucelené informace o posuzovaném objektu, je zapotřebí provést průzkumy staveb. Během těchto průzkumů zjišťujeme v jakém technickém stavu se objekt nachází, jak byl proveden a jaké má vlastnosti. Tyto informace slouží jako podklady pro projektování.



Obr. č. 1 – Rozdělení průzkumů.

5.1 STAVEBNĚ - HISTORICKÝ PRŮZKUM

Tento průzkum se provádí především u objektů, které jsou kulturní památkou a předchází stavebně technickému průzkumu.

Smyslem tohoto průzkumu je:

- přispět k poznání historie objektu, stavebního vývoje;
- zařazení objektu do vývoje naší architektury, zjištění stáří jednotlivých konstrukcí;
- odhalit změny podoby posuzovaného objektu v jednotlivých obdobích.

Měl by upozornit na obzvlášť cenné části stavby, které mohou být viditelné nebo skryté pod mladšími konstrukcemi či přestavbami.

Úkolem tohoto průzkumu je pomoci k zachování všech cenných stavebních prvků a tímto zajistit jejich konzervaci nebo citlivou opravu.

Tyto průzkumy mohou provádět pouze odborníci se zkušenostmi z průzkumů různých stavebních památek, kteří mají široké teoretické znalosti ve vývoji architektury všech historických slohů.[1]

5.2 ARCHITEKTONICKO - URBANISTICKÝ PRŮZKUM

Před zahájením projekčních prací je zapotřebí rozhodnout o způsobu a hloubce modernizačních zásahů v posuzovaném území. K tomuto slouží architektonicko - urbanistický průzkum, který je zapotřebí provést v časovém předstihu. Důležitost a nutnost provádění těchto průzkumů je dána komplexem vzájemně se prolínajících a doplňujících mýtotočvorných vztahů a funkcí.

Členění průzkumu:

- architektonicko-urbanistické aspekty území - jedná se o informace o obyvatelstvu, pohybu obyvatelstva za prací, bytovém fondu, zájmové činnosti atd.. Není možné se zabývat pouze vybranou lokalitou, ale je nutné vést průzkum v širším rozpětí s vazbou na celoměstské území;
- zhodnocení fyzikálního stavu objektů - v rozsahu předprojektové přípravy;
- zhodnocení kvality bytového fondu;
- zhodnocení technické infrastruktury území – např. možnost plynofikace území, popř. napojení na centrální zdroj tepla ve městě.[1]

5.3 STAVEBNĚ - TECHNICKÝ PRŮZKUM

Stavební činnost je proces, jehož výsledkem je realizace nového stavebního objektu. Zvláštním druhem stavební činnosti je přestavba, popř. oprava stávajícího objektu. Výsledkem tohoto procesu je realizace změn konstrukce stávajícího stavebního objektu.

Stavebně technický průzkum je součástí procesu, souhrnně označeného jako přestavba nebo oprava stávajícího objektu. Koncepce stavebně technických průzkumů vychází ze šesti hlavních požadavků kladených na stavební výrobky, na hotový nový nebo přestavěný

stávající objekt. Dále je stavebně technický průzkum součástí výstavby nových objektů, jestliže by tyto objekty mohly způsobit změny stávajících objektů v zájmové oblasti.[9]

Jedná se o odbornou zprávu, která popisuje stavebně technický stav objektu.

Účelem stavebně technického průzkumu je poskytnout soubor vyčerpávajících informací o stávajícím stavebním objektu a jeho vazbách na okolí podle požadavku projektanta nebo jiného objednatele. Nejčastěji se stavebně technický průzkum požaduje k těmto záměrům:

- nástavba objektu;
- přístavba objektu;
- rekonstrukce;
- změna vlastníka objektu;
- zjištění příčin, případně závažnosti poruch objektu.

Rozsah stavebně technického průzkumu je dán účelem, pro který se průzkum provádí, staveb objektu, časem, který je pro průzkum k dispozici, přístupností objektu, případně dalšími okolnostmi. Průzkum se především provádí pouze v minimálním, nezbytně nutném rozsahu. Při znalosti dříve používaných stavebních technologií lze část informací o stavebním objektu velice dobře odhadnout na základě pouhé prohlídky a údajů o době výstavby. Pokud jsou k dispozici původní výkresy z doby výstavby, lze na přístupných částech stavby zjistit shodu těchto výkresů se skutečným stavem, další údaje převzít z původních výkresů a zaměřit se jen na stanovení mechanických vlastností materiálů a některých nosných prvků. [9]

Efektivnost a hospodárnost některých záměrů, především rekonstrukce a modernizace stavebního objektu, závisí na jeho stavebně technickém stavu a na rozsahu stavebních úprav a změn vyvolaných požadavky a kritérii současných norem a předpisů.

Při stavebně technickém průzkumu zjišťujeme.

- stav konstrukce budovy, způsob jejího provedení, odchylky od projektu, změny a pozdější úpravy, konstrukční řešení a uspořádání;
- druh, kvalitu a stav materiálů, složení konstrukcí;
- poruchy a vady konstrukcí a jejich příčiny;
- vlhkostní režim stavby. [8]

Součástí průzkumu mohou být i základní ekonomické údaje. Stavební objekt má svoji pořizovací hodnotu, opotřebení i zůstatkovou cenu. Veškeré rozhodování o rekonstrukci, modernizaci a opravě by mělo brát vždy v úvahu ekonomické faktory, zejména výši nákladů na rekonstrukci a ohledem k zůstatkové ceně objektu. Náklady na rekonstrukce jsou vysoké a v mnoha případech je rekonstrukce zdůvodnitelná jen tehdy, kdy jsou pro ni zvláštní důvody (např. památkové, architektonické). Zůstatkovou cenu objektu lze určit na základě:

- účetní evidence;
- cenových předpisů;
- zjištění technického stavu a položkové kalkulace;
- tržního ohodnocení;
- výnosů.

Stavebně technický průzkum je jedním z nástrojů, který dá lepší odhad zbytkové životnosti a tím i zůstatkové ceny.[9]

5.3.1 Rozdělení stavebně technického průzkumu dle rozsahu a hloubky

Stavebně technický průzkum můžeme dle rozsahu a hloubky rozdělit na:

- **Předběžný (základní) stavebně technický průzkum** – soustředí veškeré dostupné podkladní a informační zdroje a základní a souhrnné údaje o:
 - stavebním objektu - stavební projekt a dokumentace, stavební deník, údaje o dodatečných úpravách, stávající předpisy a normy pro navrhování a provádění apod.,
 - materiálovém řešení a stavu konstrukcí jako celku - viditelné trhliny, poruchy, závady, vlhkost, koroze, hniloba, opotřebenost apod.,
 - souhrnné údaje o funkci, uspořádání a technickém vybavení budovy - velikost a geometrie bytů včetně jejich vybavenosti, schodiště, výtahy apod.
- **Podrobný** – konkretizuje a doplňuje informace získané předběžným průzkumem. Jeho hlavním cílem je poskytnout podklady pro posouzení způsobilosti a spolehlivosti jednotlivých částí a konstrukcí, podrobné údaje o rozměrech, skladbě a materiálech. Podrobný stavebně technický průzkum určuje příčiny a závažnost

poruch a závad, stupeň opotřebení a degradaci materiálů a konstrukcí, stavebně technické vlastnosti budovy, také mykologický, chemický či biologický průzkum a hodnocení konstrukcí.

- **Doplňkový** – má za úkol zpřesnit a doplnit chybějící údaje o materiálech, konstrukcích, zhodnocení analýzy příčin a závažnosti poruch. Tento průzkum se provádí především v průběhu projektování, před zahájením rekonstrukce objektu.[8]

5.3.2 Rozdělení metod stavebně technického průzkumu

Při provádění průzkumu se používá najednou více metod, které se navzájem doplňují. Zjišťují se poruchy a jejich příčiny, míra znehodnocení konstrukcí a materiálů, vady vzniklé během výstavby, pevnost materiálů a další.

Základní metody jsou:

- smyslové metody;
- přístrojové a laboratorní metody.

5.3.2.1 Smyslové metody

Jsou to metody, při kterých se používá jednoduchých pomůcek jako jsou: lupa, ocelová kulička, kladivo, vodováha, zrcátko, hřeby, dláto apod.. Nejčastěji se jedná o vizuální prohlídku nebo o poklep na konstrukci.

Těmito metodami zjišťujeme:

- * povrchové poškození, kvalitu povrchů;
- * vlhkost;
- * trhliny;
- * deformace a posuny většího rozsahu;
- * poruchy spojů konstrukcí;
- * stopy po plísních a hnilobě;
- * kvalitu materiálů.

5.3.2.2 Přístrojové a laboratorní metody

Používají se k přesnějšímu zjištění fyzikálních a mechanických vlastností materiálů a konstrukcí v rámci podrobného, popř. doplňkového průzkumu.

Tyto metody můžeme rozdělit na:

- nedestruktivní;
- destruktivní.

5.3.2.2.1 Nedestruktivní metody

Při těchto metodách dochází ke zkoušení materiálu, aniž by došlo k porušení konstrukce nebo k takovému porušení, kdy funkční vlastnosti zkoušených prvků zůstávají zachovány. Tyto zkoušky se provádí přímo na konstrukci. Těmito metodami se potřebná informace zjišťuje nepřímou. Pokud pro jejich užívání neexistují normy, předpisy či jiné podklady, je nutné, abychom připravili soubor vzorků předepsaných či požadovaných vlastností odvozených od vlastností zkoušeného materiálu a na nich provést nedestruktivní a destruktivní zkoušky. Pomocí matematické statistiky je nutné vytvořit kalibrační vztah. Pro stanovení kalibračního vztahu je potřeba nejméně 16 vzorků, jejichž vlastnosti musí odpovídat zkoušenému materiálu.

Příklady nedestruktivních metod:

- * optická kontrola;
- * měření posunů a deformací;
- * tvrdoměrné metody;
- * metody místního porušení – jádrové vývrty;
- * ultrazvuková impulsová metoda průchodová;
- * magnetická indikace kovů.

5.3.2.2.2 Destruktivní metody

Tyto zkoušky se provádějí v laboratořích či zkušebnách na větších vzorcích materiálů nebo jeho složek, které je nutno odebrat na posuzované konstrukci. Při těchto metodách dochází k zásahu do konstrukce (např. oklepání omítky, jádrové vývrty, sondy do konstrukcí). Jedná se o zkoušky fyzikální, mechanické a laboratorní rozborů.

Zkoumané vlastnosti se těmito metodami zkoušejí přímo. Destruktivní metody pro zkoušení materiálů bývají většinou normovány pro zjištění kvality nových materiálů, proto je potřeba metodiku upravit, aby odpovídala pro naše odebrané vzorky z konstrukce. Při vyhodnocování se poté hodnoty zkoušené vlastnosti převádí pomocí korelačních vztahů.

5.3.3 Výsledky stavebně technického průzkumu

Výsledkem stavebně technického průzkumu je zpráva, která popisuje stavebně technický stav objektu. Je to výsledek provedeného průzkumu.

Součástí zprávy je fotodokumentace, která byla pořízena při místním šetření. Dále výkresová dokumentace, ve které se vyznačí nalezené závady.

5.3.3.1 Členění zprávy

1. Základní údaje:

- identifikační údaje o akci (místo, majitel);
- historie stavby;
- přesná specifikace zadání.

2. Specifikace podkladových materiálů:

- dostupná dokumentace;
- výpovědi majitele;
- způsob odebírání vzorků, jejich vyhodnocení;
- specifikace přístrojů a pomůcek.

3. Nález – charakteristika objektu a jeho okolí:

- poloha objektu;
- stáří, stavební vývoj a provozní využití objektu;
- konstrukční řešení objektu;
- popis okolí objektu;
- popis fyzického stavu konstrukcí objektu;
- lokalizace;

- popis a stanovení příčin zjištěných vad a poruch.

4. Navrhovaná opatření:

- přiřazení sanačních zásahů k jednotlivým poruchám;
- rozbor jednotlivých sanačních metod a doporučení aplikace některé z nich;
- doporučení optimálních sanačních technologií pro zjištěné vady a poruchy;
- doporučení dalších průzkumných činností (druh, Rozsah, lokalizace, technická úroveň);
- fotodokumentace.

5.4 PASPORTIZACE

Výsledkem stavebně technického průzkumu je zpráva, která popisuje stavebně technický stav objektu. Tato zpráva bývá podkladem pro tzv. pasportizaci a stává se její nedílnou součástí.

Pasportizace objektu je komplexní soubor ověřených informací o aktuálním stavebnětechnickém stavu spravovaného objektu od jednotlivých stavebních konstrukcí přes instalace až po přípojky inženýrských sítí.

Účel pasportizace tkví v zefektivnění vynakládání prostředků na opravy a údržbu nemovitého majetku, které by mělo vést k trvalému zlepšení jeho technického stavu i vybavení. Jsou to tedy informace, které vlastníku nemovitosti sdělují např. výši zanedbanosti nemovitosti v minulých letech v měrných jednotkách, jaká by mohla být optimální roční potřeba oprav dle jednotlivých konstrukčních prvků, návrhy na likvidaci zanedbanosti dle důležitosti, zhodnocení nemovitosti při jejím prodeji, modernizaci či rekonstrukci.

Pasportizace tedy představuje ucelenou databázi informací o nemovitosti, která může vlastníku či správci tohoto objektu posloužit jako nástroj pro zajištění maximální efektivity a hospodárnosti vynakládaných finančních prostředků na údržbu a opravy, ale i jako podklad pro zpracování projektu na případné stavební úpravy, rekonstrukci či modernizaci nemovitosti.

5.5 VLHKOSTNÍ PRŮZKUM

Vlhkostní průzkum je součástí stavebně-technického průzkumu. Realizace sanačních opatření může výrazně ovlivnit i navrhované řešení objektu a cenu rekonstrukce, v mezních případech může vést i ke změně původního záměru.

Provedení důsledného a podrobného průzkumu je základním předpokladem optimálního návrhu sanace objektu z hlediska vlhkosti a mělo by vždy předcházet zpracování projektu sanačních opatření.[1]

Při měření vlhkosti je třeba dbát na srovnatelnost hodnot měřených v různých profilech, je třeba porovnávat materiály stejného původu, složení, stáří, fyzikálních vlastností a pokud možno i stejného chemického složení. Součástí měření je i zjištění vlhkosti a teploty vzduchu, proudění a větrání a teploty stavebních materiálů a zdiva.

5.5.1 Rozdělení vlhkostního průzkumu

Vlhkostní průzkum můžeme dle rozsahu a hloubky rozdělit na:

- **Předběžný vlhkostní průzkum** – jeho výsledkem je popis a znázornění projevů vlhkosti, jejich vztah k různým místním podmínkám, jejich vznik, časový vývoj. Také různé změny, které během této doby nastaly v napadených plochách i kolem objektu a pravděpodobné příčiny a spolupůsobící vlivy. Dále zjišťujeme teplotní a vlhkostní režim uvnitř a vně objektu.
- **Podrobný vlhkostní průzkum** – v této fázi se ověřují příčiny vlhkosti zjištěné při předběžném průzkumu a upřesňují se jednoduchými diagnostickými metodami, které jsou především destruktivní.
- **Doplňkový vlhkostní průzkum** – slouží k upřesnění údajů nutných pro aplikaci konkrétních sanačních opatření. Jeho obsahem je:
 - zjištění retenčních křivek základové půdy,
 - pórovitost základových půd,
 - ověření nasákavosti infuzních prostředků.
- **Ověřovací vlhkostní průzkum** – jeho funkcí je prokázat správnost volby a provedení sanačních opatření, aplikovaných na vlhké stavební konstrukce. Sanační opatření se považují za účinná, pokud hmotnostní vlhkost ve zděných konstrukcích objektu klesla na maximální hodnotu 4 % hmotnosti.[8]

Průzkum vlhkosti je třeba doplnit zhodnocením geologických a hydrogeologických poměrů v podzákladí (hloubka základové spáry, relativní propustnost jednotlivých vrstev a kapilární výšky vrstev zemin, kterými základy půdy procházejí a na kterých spočívají, hladinu podzemní vody a její pohyb během roku, zejména její maximální výšku).

5.5.2 Výsledky vlhkostního průzkumu

Průzkum vlhkosti je komplexní proces, jehož jednotlivé složky se v průběhu zpracování doplňují a navzájem ovlivňují.

V rámci průzkumu se zjistí a shromáždí maximum údajů o sledované stavbě, na jejichž základě se provede analýza stavu a stanoví příčiny poruch. Závěrem průzkumu je návrh vhodných sanačních opatření.

5.5.2.1 Fáze vlhkostního průzkumu

1. Zadání obsahuje:

- specifikace požadavků na průzkumné a sanační práce;
- zamýšlené využití objektu;
- důvod průzkumu;
- zadavatele průzkumu.

2. Podklady – shromáždění všech dostupných podkladů a informací o daném objektu:

- podrobné zaměření stávajícího stavu;
- stavebně-historický průzkum;
- navrhované dispoziční řešení;
- známé údaje o dosavadním stavu objektu (stavebně-technický průzkum).

3. Vlastní průzkum – vychází se ze získaných podkladů, které jsou v průběhu průzkumu ověřovány a doplňovány. Při vlastním průzkumu zjišťujeme druh a charakteristiku jednotlivých konstrukcí, jejich stav a závažnost poškození. Průzkum se soustředí především na tyto oblasti:

- terénní podmínky a charakteristika okolí (zasazení objektu do okolí, výškové poměry podlaží a přiléhajícího terénu, charakter okolní zástavby a její vliv na posuzovaný objekt),
- stavebně-technický popis konstrukcí (druh a tloušťka zdiva, povrchy (omítky, obklady, nátěry), konstrukce stropů a skladby podlah, povrch fasád a další fasádní prvky, stav a umístění klempířských prvků (žlaby, svody), výskyt původních nebo dodatečných hydroizolačních opatření),
- vlhkostní stav konstrukcí (výšky vlhkostních map, vizuální zjištění salinity a výskyt biologického napadení, stupeň degradace povrchů zdiva vlivem vlhkosti),
- rozvody v objektu (rozvody zdravotnické a ústředního vytápění, způsob odvodu srážkových vod),
- provozní podmínky objektu (účel jednotlivých místností v objektu, prováděné opravy a údržba na objektu, způsob větrání),
- konzultace s lidmi, kteří mají k danému objektu vazbu (pamětníci stavby, investoři a projektanti, požadavky památkové péče, dotčené profese).

4. Analýza stavu a zjištěných skutečností má za úkol stanovit příčiny vlhkostních poruch a míru, v jaké se podílejí na těchto poruchách. Především určit hlavní příčiny jednotlivých druhů vlhkosti vyskytujících se v objektu. Dále je jejím úkolem vytvořit podklady pro rozhodnutí o způsobu sanačních opatření.

5. Návrh sanačních opatření vzniká na základě výsledků analýzy. Měl by být přiměřený charakteru objektu a stavebně-technickému stavu. Součástí návrhu může být i odhad nákladů na sanační opatření.

U všech staveb musí být nejdříve odstraněny vnější příčiny vlhkosti zahrnující chybějící dešťové žlaby, nezaústěné dešťové svody, havarijní rozvody zdravotních instalací, rozpadlé a nevhodně spádované povrchy přiléhajícího terénu atd.

Limitující faktory pro návrh sanační metody:

- * památková péče;
- * možnosti provádění zemních prací;
- * omezení použitelnosti sanačních metod a materiálů;
- * finanční rozpočet.

Nedílnou součástí vlhkostního průzkumu je provedení kvalitní fotodokumentace poruch. Ta spolu s popisem zobrazených poruch následně doplňuje text a zadavateli i nestrannému pozorovateli přiblíží sledované jevy a problémy. Pomůže vyloučit i případné budoucí pochybnosti o oprávněnosti sanačního zásahu.[1]

5.6 PRŮZKUM BIOKOROZE OBJEKTU

Tento typ průzkumů následuje až po vlhkostním průzkumu objektu. Výskyt biologických činitelů většinou souvisí se zvýšenou vlhkostí ve stavebním objektu nebo jeho části. Biologičtí škůdci jsou z hlediska zdravotní a obecné hygieny pro člověka velmi nebezpeční. Jejich výskyt je dán podmínkami stavby, především pohybem vzduchu v interiéru a úzkou souvislostí se zavlhčením konstrukcí. Tento typ průzkumu se týká především dřevěných konstrukcí.

Hlavními druhy biologických škůdců jsou:

- bakterie sirné, nitrifikační, desulfurikační a heterotrofní;
- sinice, řasy, lišejníky;
- houby;
- mechorosty;
- hmyz a plísň.

5.6.1 Průzkum dřevěných konstrukcí

Při výběru míst, kam se umístí sondy, se bere v úvahu i poruchy souvisejících konstrukcí (oblasti zatékání vody a vlhnutí stěn, trhliny v podlahách, poškození trhlín). Sondy se provádí především u zhlaví trámů obvodových zdech domů a v místech, kde by mohlo docházet k opakovanému zatékání vody a její kondenzaci. Dále se umísťují do prostor

s vysokou relativní vlhkostí vzduchu nebo do míst, kde byly zjištěny poruchy způsobené vztlínající vlhkostí (přízemí, suterény).

5.6.1.1 Členění průzkumu

1. Obsah průzkumu:

- zjištění rozsahu poškození dřevěných prvků;
- zjištění příčin poškození;
- zjištění dodržení podmínek konstrukční ochrany dřeva;
- zjištění druhu dřeva;
- zjištění vlhkosti dřeva;
- odběr vzorků pro mikrobiologické analýzy, určení druhu hmyzu, koroze dřeva.

2. Faktory hodnocení dřeva poškozeného biokorozí:

- poškození dřevokazným hmyzem (vlhkost dřeva, velikost výletových otvorů a jejich počet, hloubka destrukce dřeva a tvar a rozložení chodbiček, určení druhu hmyzu);
- poškození dřevokaznými houbami (vlhkost dřeva, barva dřeva, způsob poškození, výskyt plodnic a mycelia na povrchu, určení druhu hub).

3. Vyhodnocení poznatků získaných průzkumem:

- hodnocení poškození dřeva dřevokazným hmyzem;
- hodnocení poškození dřeva houbami;
- klasifikace povrchu dřevěné konstrukce.[1]

5.6.2 Průzkum prostor napadených plísněmi

Zvýšená vlhkost a obsah živin v podkladu (omítky, spáry) jsou základními podmínkami pro výskyt a růst plísní.

1. Rozsah průzkumu:

- určení míst výskytu plísní a jejich rozsah;
- zjištění druhu materiálu, na kterém rostou;

- charakteristika vnitřního prostředí (výměna vzduchu, změny teploty, provozní vlhkost);
- odběry vzorků pro mikroskopické analýzy;
- zjištění stavebních a dalších zásahů, vad a poruch, které mohly změnit charakteristiku vnitřního prostředí.

2. Výsledky průzkumu:

- množství plísní a dřevokazných hub a dalších, mikroorganismů, jejich druhů včetně kvalifikace zdravotních závadností pro člověka a zvířata, návrh způsobu sanace napadení biologickými škůdci;
- návrh souvisejících úprav, aby se omezily či zcela vyloučily podmínky pro další růst mikroorganismů.

5.7 KONSTRUKČNÍ A STATICKÝ PRŮZKUM OBJEKTU

Konstrukční a statický průzkum se zaměřuje především na zjištění stavu:

- základových konstrukcí;
- svislých nosných konstrukcí;
- vodorovných nosných konstrukcí (stropní konstrukce);
- střešních konstrukcí;
- schodišťových konstrukcí;
- visutých konstrukcí (balkony, arkýře).

Zásadně se neprovádí tento průzkum u konstrukcí, které se obvykle vyměňují z důvodu opotřebení nebo nevyhovují platným normám a předpisům.

6 PORUCHY STAVEB ZPŮSOBENÉ VLHKOSTÍ

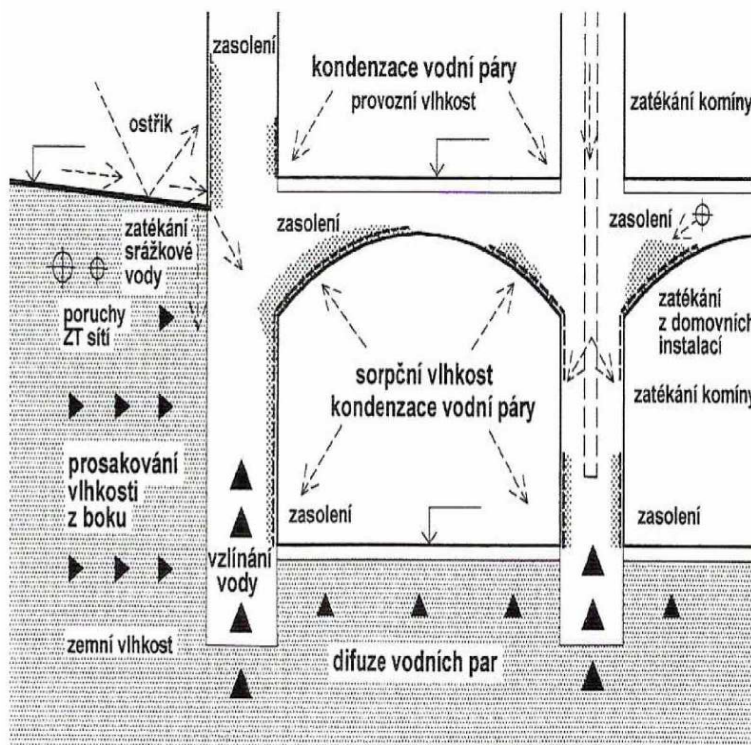
Poruchy konstrukcí, jejichž příčinou je vysoká vlhkost, salinita a další s ní související vlivy, ovlivňují jejich životnost a zásadně možnosti využívání prostor. Degradující omítky jsou nejčastěji důsledkem vlhkosti konstrukcí.[10]

Zvýšená vlhkost vytváří podmínky pro biologické poruchy zabudovaných dřevěných konstrukcí a značně zhoršuje tepelně izolační vlastnosti zdiva. Vlhké zdivo značně omezuje použitelnost nejen obytných stavebních objektů.

Podle zákona č. 41/1964 Sb. § 64 je vlhký byt považován za zdravotně závadný, pokud je hygienik uzná za nezpůsobilý k bydlení pro jeho technické závady, které škodlivě působí na zdraví. Vlhkost v bytě způsobuje plísně, které nepříznivě působí na zdraví člověka a způsobuje a vyvolává řadu onemocnění např. vleklé onemocnění dýchacích cest, plicní a mimoplicní formy tuberkulózy, chronická plísňová onemocnění.

K negativním účinkům vlhkosti ve zdivu patří zvýšení tepelné vodivosti zdiva. Cihelné zdivo s vlhkostí nad 10% vykazuje asi padesátiprocentní tepelně izolační vlastnosti.

Příčin vlhnutí zdiva je velká řada. Voda se dostává do stavební konstrukce jako kapalina i jako vodní pára různými cestami a formami.



Obr. č. 2 – Místa vzniku nadměrné vlhkosti v konstrukcích.[12]

Stupeň a způsob napadení budovy vlhkostí závisí na stáří budovy, stavu horizontálních a vertikálních hydroizolací, konstrukci budovy, na způsobu užívání a na prostředí. Mezi účinky prostředí patří působení deště, větru, agresivní působení plynů obsažených v atmosféře, otřesy způsobené dopravou.[9]

Vybrané pojmy:

Difúze vodních par – transport vlhkosti způsobených místním rozdílem parciálních tlaků vodních par.

Difúzní odpor – vyjadřuje paropropustnost příslušné povrchové úpravy.

Hmotnostní vlhkost materiálu – definovaná jako hmotnost vody ku hmotnosti materiálu v suchém stavu. Vyjadřuje se buď v % hm nebo v kg/kg.

Nasákavost – poměrné množství vody, které pojme vysušená látka ponořená 24 hodin do vody, vyjádřená v % hm.

Salinita zdiva – obsah solí ve zdivu, zejména síranů, chloridů a dusičnanů. Udává se v % hm. popř. v mg soli.

Vlhkost – vody vyskytující se ve vazbě póry a kapiláry stavebních hmot, zemin (zemní vlhkost) nebo jiných pórovitých médiích, která nevytváří vodní hladinu, případně vody ve vzduchu (vzdušná vlhkost).

Vlhkostní režim konstrukce – průběh změn množství a rozložení vody v konstrukci v závislosti na čase. [10]

6.1 POVRCHY

Prvním příznakem problémů s vlhkostí bývá obvykle estetická porucha na povrchu stěny, odlupování nátěru nebo narušení omítky.

V praxi je vztlínající zemní vlhkost nejčastější příčinou poruch spodní stavby. Proto je nutno rozlišovat omítky dle :

- vodoodpudivosti povrchové úpravy;
- difúzní odpor;
- pórovitost.

Pokud je nesprávně použita soklová omítka, která je nedostatečně paropropustná, tak to vede u vztlínající vlhkosti zatíženého zdiva k zásadnímu zhoršení stavu vlhkosti v celé konstrukci. I dnes můžeme být ještě svědky provádění obkladů vlhkého zdiva nepropustným keramickým obkladem.

Rozhodující faktor pro správnou volbu povrchové úpravy vlhké konstrukce bývá analýza příčin vlhkosti a správně navržená omítka z hlediska jejích vlastností i technologické skladby. [10]

druh omítky	správné použití
Standardní omítky: • běžná jádrová omítka štukovaná; • hydrofobizovaná omítková směs.	interiéry nezatížené vlhkostí exteriér, běžné fasády
Tepelně izolační omítka	obvykle exteriér, nutno hydrofobizovat nátěrem
Soklová jádrová omítka (v soklové oblasti)	u exponovaných komunikací
Sanační omítka	zdivo zatížené vztlínající zemní vlhkostí
Izolační omítka	vnější strana zdiva zatíženého vlhkostí z terénu
Izolační stěrka	jako izolační omítka, nutný rovný podklad, speciální prostory (nádrže, bazény apod.)
Vápenná omítka	interiéry, prostory s častou kondenzací vlhkosti (koupelny), omítky dobře "dýchají"
Hliněná omítka	interiér, výrazně reguluje vlhkost vzduchu

Tab. č. 1 – Druhy omítek a jejich použití v souvislosti s vlhkostí.

6.2 SVISLÉ KONSTRUKCE

6.2.1 Zdivo sislé, obvodové a nosné výplňové

Zdivo svislé, obvodové a nosné výplňové je namáháno vlhkostí:

- vztlínající od zdiva z podzákladí - vlhkostní mapy se začínají více objevovat zejména:
 - v oblastech styku obvodových zdí a nosných středních zdí;
 - v koutech podél obvodu;
 - v místech schodišťových těles a výtahových šachet.

- pronikající do zdiva z oblastí, kde je voda naakumulována (terény, dvory, chodníky apod.) – u vlhkosti, která vniká do konstrukce z boků, můžeme pozorovat:
 - nejvyšší vlhkost v hloubce cca 0,5-0,7 m pod úrovní terénu;
 - kolísání hmotnostní vlhkosti v souvislosti s atmosférickými vlivy;
- na povrchu zdiva kondenzující vlivem jeho tepelně technických vlastností a nedostatečným a nevhodným pohybem vzduchu a jeho kvalitou (větráním) – pokud je hlavní příčinou poruch kondenzující vlhkost, tak se objevují viditelné, nepravidelně ohraničené vlhkostní mapy:
 - na různých místech v ploše zdi, často i vysoko nad „suchou“ oblastí;
 - v horních koutech místností a v oblasti s možností vzniku tepelných mostů (u oken, dveří apod.)

Na zdivu se projevují klasické vlhkostní mapy, jejichž charakter je směrodatný pro určení převažujícího vlivu. Vlhkost a salinita způsobují většinou postupný hloubkový rozpad zdiva. U zdiva kamenného, kde záleží na kvalitě ložné skladby, se nejdříve vysypávají spáry, kdežto u zdivo cihelné, se chová opačně, tedy zůstávají jen „sítě“ cementových spár.[10]

6.3 VODOROVNÉ KONSTRUKCE

6.3.1 Stropy, klenby a podlahy

Hlavní vlivy způsobující poruchy vodorovných konstrukcí jsou:

- vysoká hmotnostní vlhkost svislých konstrukcí;
- vlastnosti stavebního materiálu;
- prostorová relativní vlhkost v místnostech pod nimi.

Vlhkost se do stropů a kleneb dostává přímým kontaktem se zavlhlou zdí a přestupem vodní páry z prostorů. Mokrý stavební procesy při rekonstrukci negativně přispívají ke dlouhodobému shromažďování vlhkosti v oblasti patek u kleneb, což bývá způsobené jejich velkou konstrukční výškou. Také dobře zaizolované podlahy nad stropy jsou důvodem zhoršování vlhkostního stavu stropní skladby.

Stropy a klenby bývají zavlhlé:

- v místech kontaktu stropů s obvodovými stěnami;
- v památkách kleneb;
- ve vrstvách pod nášlapnými vrstvami podlah.

Pokud přijdou podlahové vrstvy do kontaktu s terénem, má to za následek, že podlahy, díky vlhkosti od terénu, se začnou vzdouvat popřípadě rozpadat hnilobou (především dřevěné podlahy). Takový stav vytváří podmínky pro výskyt plísní a hub. Důvody tohoto stavu mohou být:

- vysoká vlhkost zeminy v podzákladích nebo blízkost vody;
- poruchy nebo nevhodný typ plošné hydroizolace;
- nedokonalé izolační spojení vodorovné podlahové izolace s izolací zdí;
- absence izolace nosných zdí;
- izolace nosných zdí a skladba podlah bez izolace.[10]

6.4 ZDROJE VLHKOSTI

Vlhkost je součástí všech pórovitých stavebních látek a z nich vytvářených konstrukcí. Určité množství vlhkosti v konstrukci není pro samotnou stavbu problém, naopak z hlediska vnitřního mikroklimatu v budovách může mít i pozitivní přínos. Naopak obtížným problémem se vlhkost stává tehdy, pokud se shromažďuje v určitých místech konstrukce, kde způsobuje procesy, které zhoršují užité vlastnosti konstrukce. Toto může vést až ke snížení funkčnosti a spolehlivosti samotné stavby.

Vlhkost materiálu je množství vody jakéhokoliv skupenství obsažené v pórovitém prostředí látky. Vyjadřuje se hmotnostním nebo objemovým poměrem vody k pevné fázi látky.

U objektů, kde vytváříme vnitřní klima nezávislé na proměnách vnějšího prostředí, dochází k rozdílnosti vlhkostí vzduchu (teplot v exteriéru a interiéru). Směr pohybu vodní páry je dán snahou po vyrovnaní těchto rozdílů, tím vzniká tok vodní páry a tok tepla obalovými konstrukcemi. Vzniku těchto rozdílů nelze zabránit, proto musíme hledat cestu a způsoby, jak

vodní páře umožnit snadný přechod do atmosféry a tím kondenzaci vody uvnitř zdiva vyloučit.

Z hlediska vlhkosti jsou nejvíce namáhány suterénní konstrukce objektů s nefunkčním nebo neexistujícím hydroizolačním systémem, do kterých se vlhkost dostává vztlínáním nebo difuzí vodní páry z podzákladí. V tomto případě vodní pára ve zdivu kondenzuje a je kapilárními silami přesouvána do nezákladových částí zdiva. Tyto konstrukce jsou potom zdrojem zvýšené vlhkosti.

Příčiny zvýšené vlhkosti v budovách:

- * nedostatečná údržba:
 - zanesení drenáže, dešťových svodů a okapů;
 - zatékání poškozenou krytinou, komínovými průduchy, klempířskými prvky;
- * změna provozních parametrů vzduchu uvnitř objektu, kde nejsou stávající konstrukce pro tyto účely dimenzovány (zvýšená relativní vlhkost vzduchu a teploty);
- * změna užívání objektu;
- * změna systému vytápění;
- * nevhodné stavební zásahy:
 - zazdění větracích průduchů;
 - dodatečné použití nepropustných materiálů na vnějším líci zdiva, které znemožňují difuzi vodních par (keramické obklady, cementové omítky, parotěsné podlahy apod.);
- * změna hydrogeologických podmínek (zvýšení hladiny podzemní vody). [10]

6.4.1 Povrchová kondenzace

Vzduch je při dané teplotě schopen pohltnout jen určité množství vodní páry. Při poklesu teploty pod teplotu rosného bodu určité množství vodní páry ihned zkondenzuje.

Teplota rosného bodu je funkcí teploty a relativní vlhkosti vzduchu.

Změny teplotního a vlhkostního režimu vzduchu v místnosti jsou příčinou vzniku povrchové kondenzace. Tyto změny jsou zapříčiněny vytápěním, větráním a dalším užíváním místnosti. Množství produkované vlhkosti v objektu může být rozdílné, podle druhu činnosti. Pro průměrný byt může celková produkce vodní páry dosáhnout 10 – 15 kg za den. Zvýšenou vlhkost vnitřního vzduchu podporuje:

- nevhodný režim vytápění;
- nepříznivá expozice místností;
- lokální zdroje vlhkosti (akvária, okrasné květiny, nefunkční ventilace v kuchyni nebo v koupelně).

Kondenzaci vody na vnitřním povrchu stavebních konstrukcí ovlivňují rovněž změny povětrnostních podmínek v různých ročních obdobích:

- zimní období - kondenzace vody na konstrukcích, které nejsou dostatečně izolovány (tepelné mosty v místech koutů, štitových stěn, střešního pláště apod.);
- jaro a 1.½ léta – nevytápěné masivní budovy jsou stále ještě velmi chladné a v důsledku toho při větrání vlhkost obsažená ve venkovním vzduchu kondenzuje na chladném povrchu stěn.

Předpoklady pro zamezení vzniku povrchové kondenzace:

- zajištění řádného vytápění místností v zimním období;
- zajištění relativní vlhkosti vzduchu v bytových prostorech pod 50%;
- zajištění větrání bytových prostor okny;
- maximálně omezit produkci vlhkosti v bytě;
- lokální zdroje vývinu par zajistit lokální ventilací;
- nábytek neumísťovat přímo ke stěnám, nechat mezeru mezi nábytkem a stěnou alespoň 50 mm pro volné proudění vzduchu.[10]

6.4.2 Degradace stavebního materiálu

Kondenzovaná vlhkost, hromadící se v určitých místech konstrukce, způsobuje výskyt plísní a degradační procesy jako například:

- rozpad omítkových vrstev;
- rozpad pojiva;
- povrchové narušení a rozpad cihel a kamene apod..

Ve struktuře silně zavlhlých konstrukcí dochází k vysokému nasycení kapilár a pórů, což má za následek vyšší tepelnou vodivost stavebních materiálů a silný prostup tepla. Tím dochází ke značným tepelným ztrátám.

Zvýšená vlhkost je příčinou hniloby zabudovaných dřevěných konstrukcí.

V historických budovách dochází vlivem vlhkosti k poškozování uměleckých děl jako např. nástěnné malby, které jsou ve vlhkém prostředí umístěny.

Vysušování zdiva ale nemusí vést ke zlepšení jeho pevnostních charakteristik. Velmi nízká vlhkost může naopak způsobovat smršťování hmoty vysycháním vlhkosti z její struktury a to vede k následnému vzniku trhlin a rozpadu stavebních materiálů.[10]

6.4.3 Vysychání materiálů

Určité množství vlhkosti obsahuje za daných atmosférických poměrů každá pevná látka. Množství vlhkosti je závislé na:

- teplotě;
- vlhkosti okolního vzduchu;
- pórovitosti;
- průměru pórů a tvaru jejich stěn;
- množství hygroskopických solí zavlhlém zdivu.

Proces vysychání stavebních materiálů závisí na:

- teplotě;
- parciálním tlaku vodních par;
- rychlosti proudění vzduchu;
- teplotě vzduchu;
- vlhkosti vzduchu.

Optimální podmínky vznikají v prostředí se suchým proudícím vzduchem s vyšší teplotou než má vlhká konstrukce. Vysychání je výrazně ovlivňováno hustotou, distribucí průměrů a tvarem pórů. Pokud má materiál zakřivené póry dochází k procesu vysychání velmi pomalu. Schopnost vysychání závisí také na charakteru a členitosti stěn pórů.

Pomalejší vysychání zavlhlého zdiva můžeme předpokládat u zdiva, na jehož povrchu se vyskytují výkvěty solí. Dle různých údajů se z 1 m² odpaří za den 0,7 – 1,2 l vody v závislosti na koncentraci solí. [10]

6.4.4 Vodorozpustné soli

Z chemického hlediska jsou soli vícesložkové sloučeniny složené z jednoduchých nebo složitých kationtů a aniontů. Určitá část solí představuje pro stavební praxi a obnovu památných objektů reálné nebezpečí. Rozpustnost solí je důležitým faktorem při poškozování fasádních nátěrů, omítek, kamene, cihlářských materiálů atd.. Dobře rozpustné soli se podílí na korozních pochodech. Nejčastější soli, způsobující poškození, jsou sírany, chloridy a dusičnany. Ty, které jsou nerozpustné, mají na korozi velmi malý vliv, skoro zanedbatelný. Příkladem nerozpustné soli může být uhličitán vápenatý, který je z chemického hlediska řazen mezi soli, ale nezpůsobuje žádné poruchy, naopak je častým pojivem omítek a nátěrů.

Některé stavební materiály (písek, některá pojiva, cihlářské výrobky, horniny, nátěrové systémy, aj.) mohou přímo obsahovat vodorozpustné soli.

Soli se do zdiva většinou dostávají společně se vztlínající vlhkostí. Voda, která proniká do stavebních konstrukcí a materiálů kapilárními silami, obsahuje větší či menší množství rozpuštěných solí. Tyto soli se po odpaření vody hromadí v různých částech zdiva. Nejvíce se koncentrují na povrchových vrstvách konstrukcí, v omítkách, pod nátěry nebo i v nich. Rozpustnost solí a pohyb jednotlivých iontů mají důležitou úlohu při pohybu a hromadění solí v těchto místech. Zdrojem těchto solí mohou být i soli pocházející ze solných posypů komunikací v blízkosti budov v zimních měsících. Většinou se jedná o chloridy. Zvýšený obsah solí ve zdivu se vztlínající vlhkostí brzdí vysychání zdiva, tím ovlivňuje výšku jeho zavlhčení, proto může postupně docházet ke vzestupu úrovně zavlhčení zdiva.

Dalšímu nahromadění solí na určitých místech na fasádě nebo v budově může dojít v důsledku zatékání vody například poruchami ve střeše. Vlhkost obsahující soli, která prosakuje do materiálů, způsobuje vyluhování těchto solí a jejich následný transport a hromadění v místech, kde se voda odpařuje. Celkový obsah solí zůstává většinou nezměněn,

ale mění se jejich rozložení, což vede následně k poškozování míst, kde se tyto soli hromadí.
[10]

6.4.5 Předpisy a požadavky

Hodnoty veličin stavu vnitřního prostředí se odvozují z energetické bilance lidského organismu a z fyziologicky optimálních a přípustných klimatických podmínek pro pobyt a činnost lidí v budovách.

Požadavky na potřebu větrání udává vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 137/1998 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu.

Nařízení vlády České republiky č. 178/2001 udává podmínky ochrany zdraví při práci před některými riziky, které vyplývají z pracovních podmínek a požadavky na pracovní prostředí a pracoviště.

Vyhláška č. 6/2003 Sb. stanovuje hygienické limity chemických, fyzikálních, biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností. Dále uvádí mikroklimatické, teplotní a vlhkostní podmínky a parametry proudění vzduchu.[10]

	teplota vzduchu t_i (°C)	množství odváděného vzduchu za hodinu
umývárny	22	30 m ³ na 1 umyvadlo
sprchy	25	35 - 110 m ³ na 1 sprchu
WC	18	50 m ³ na 1 mísu 25 m ³ na 1 pisoár

Tab č. 2 – Teploty a množství odváděného vzduchu pro hygienická zařízení u pobytových místností.

6.5 PŘÍČINY PORUCH

Velká hmotnostní vlhkost stavebních materiálů je hlavní příčinou viditelných i skrytých poruch z hlediska vlhkosti. Velká hmotnostní vlhkost je také spojena s vysokou salinitou a výskytem mikrobiologických škůdců. Vlhkost nebo voda se dostává do konstrukcí buď trvale nebo jednorázově.

Nepřerušené pronikání vody do zdiva je způsobováno:

- vodou volnou (čímž se rozumí volné vtékání dešťů, detaily nedokonalého odvodnění, poruchy instalací);
- vlastnostmi stavebního materiálu (ty umožňují a podporují pronikání vlhkosti);
- vlastnostmi provozu (voda obsažená v prostorech způsobuje vysokou relativní vlhkost v místnostech).

Nebrání – li konstrukce v dostatečné míře pronikání vody do objektu, lze to považovat za vadu. K tomuto stavu dochází:

- **Časem;**
- **Dožitím izolací nebo chybějící hydroizolací spodní stavby** – většinou se jedná o stavby historické nebo objekty, které byly určeny k méně náročným účelům a tudíž zde nebyly izolace provedeny. V některých stavbách, s poruchami způsobené vlhkostí, jsou původní izolace a systémy dožilé a tím dochází ke částečné nebo úplné ztrátě jejich funkce.
- **Špatným provedením návrhu izolace stavby** – projektant někdy špatně posoudí podmínky pro založení budovy, a proto navrhne nedostatečnou izolaci objektu. Stejný problém vzniká i u návrhu nevhodného dodatečné odvlhčovací metody.
- **Vadným provedením izolací stavby** – i když bývá izolace spodní stavby dobře navržena, může dojít k tomu, že bývá ale špatně provedena. Nejčastější problémy vznikají:
 - při podcenění detailů styků vodorovných a svislých plošných izolací nebo-li zpětné spoje;
 - u vadně spojených jednotlivých izolačních pásů;
 - u vadně provedených detailů ukončení izolace a ochranných vrstev při styku s terénem;
 - pokud byly izolační práce provedeny v nevhodných klimatických podmínkách.
- **Změnou podmínek stavby** – někdy během životnosti objektu dochází ke změnám podmínek, pro které byly izolace dobře navrženy i provedeny. Tyto podmínky můžeme rozdělit na:

- vnější negativní vlivy (jiné hydrogeologické vlastnosti okolního terénu a podzákladí budovy). K takovým to situacím dochází, pokud:
 - je v blízkém okolí nevhodně situována a založena novostavba;
 - se v nejbližším okolí provádí nevhodné povrchy (chodníky, cyklostezky apod.);
 - dochází k velkým dynamickým účinkům (otřesy, vibrace) způsobené pojezdy těžkých aut, manipulací stavebních strojů;
 - se změnila úroveň spodní vody.
- vnitřní negativní vlivy:
 - statika konstrukcí;
 - změny ve způsobech provozu;
 - změny konstrukcí dané tepelně technickými podmínkami.[10]

6.5.1 Stavební vady

Stavební vady lze rozdělit na:

- **Vadné detaily vytvořené jako součást stavby**, kterými mohou být:
 - *anglické dvorky* – pokud jsou založené v nevhodné hloubce, tj. v úrovni nad podlahami suterénů;
 - *podélné vzduchové dutiny* – jsou to kanály, které mají zvýšit difuzi vody z obvodových zdí;
 - *vzduchové dutiny pod podlahami polosuterénů a suterénů* – jedná se dutiny bez účinných otvorů vdechových a výdechových, nebo-li bez proudění vzduchu. Pokud nádechový otvor v interiéru nasává teplý vlhký vzduch, potom v chladné dutině tento teplý vzduch může kondenzovat;
 - *nevhodná řešení porůzných chodníčků podél fasád* – skladba těchto chodníčků neumožňuje zpětnou difuzi, což vede ke kumulování vody pod nimi a namáhání izolace zdiva, která tím bývá omezována ve své funkci.

- **Nevhodné dodatečné úpravy** – tím se myslí veškerá izolační nebo stavební opatření, která neodpovídají původním záměrům stavby, a z toho důvodu se stav zdiva z hlediska vlhkosti zhoršuje. Takovými úpravami mohou být:
 - *utěšňující povlaky* – bývají dokladem o problémech stavby s vlhkostí. Tyto povlaky vytváří nevhodnou utěšňující vrstvu, pod kterou se voda shromažďuje a vzlíná výše. Těmito povlaky mohou být:
 - asfaltové nátěry a pásy pod omítkami;
 - hutné cementové omítky;
 - *plošné dutiny za přízdívkami* – většinou tyto dodatečně zhotovené dutiny nemají propojení se vzduchem, především kolem obvodového zdiva, a proto se vzduch v nich postupně nasytí vlhkostí, kterou potom přenáší do přízdívky;
 - *betonové povrchy chodníků a dvorků* – voda pod nimi se shromažďuje, protože se nemá kam odpařit, a proto následně tato vlhkost vniká do zdiva stavby;
 - *nevhodně provedené sanační úpravy*. [10]

6.5.2 Vlhkost stavebních hmot

Stavby postavené z běžných materiálů (porézních materiálů) lze přirovnat ke spojitým nádobám, tedy čím výše je hladina v jedné větvi spojitých nádob, tím výše vystoupí i v druhé větvi. [10]

6.5.2.1 Smáčivost, nasákavost

Smáčivost a nesmáčivost je vztah mezi pevnou látkou a kapalinou. Většina zdících materiálů je pro vodu smáčivých obzvlášť cihly, pískovec, opuka, sádra, vápenná i cementová malta. Pokud chceme tento systém převést na nesmáčivý, použijeme hydrofobizátory.

Smáčivý systém je, když má kapalina tendenci potáhnout povrch tenkou vrstvou (filmem).

Nesmáčivý systém je vyznačován vytvořením co nejmenší styčné plochy, kdy se kapalina sbalí do kuličky (kapky).

Nasákavost neboli kapilární vztlínání se dle normy ČSN EN 1062-3 stanoví jako propustnost povrchové úpravy pro vodu v kapalně fázi, tedy nasákavost udává množství vody, které za předepsaných podmínek pronikne do vrstvy nanesené na normované podložce během stanoveného časového intervalu. Nasákavost se udává v kg/m^2 . [10]

6.5.2.2 Porozita

Porozitou se rozumí obsah vzduchových bublin neboli pórů ve stavební hmotě. Udává se jako podíl objemu vzduchových pórů v materiálu v % objemu. Porozitu lze měřit vyplněním volného objemu kapalinou, čehož využívá porozimetrie. Stavební materiály jako perlit, pemza, plynosilikát jsou charakteristické vysokou hodnotou porozity, kdežto jiné materiály, hutné materiály, tedy čedič, rula, sklo, jsou charakteristické nízkou hodnotou objemu pórů.

Velmi důležitý je i tvar a velikost pórů. Z hlediska tvaru je důležité, jestli se jedná o:

- * *otevřené póry* – do těchto pórů se může dostávat voda. Výskyt otevřených pórů ve stavebních materiálech umožňuje, ale i ovlivňuje vlhkostní pochody.
- * *uzavřené póry* – jsou pro vodu nepřístupné. Tyto póry mají některé stavební materiály cíleně, z důvodů tepelné izolace (pěnové sklo, pěnový polystyren, polyuretanové pěny, expandovaný perlit). Izolační materiály díky tomu zůstávají suché, a proto vykazují vysoký tepelný odpor i při použití ve vlhkém prostředí.

Z technického hlediska je důležité řešit pórovou strukturu jako základní informaci při rozhodování o sanačních opatřeních. Z celkové porozity zdiva se zjistí, kolik vody se do zdiva může dostat. [10]

6.5.2.3 Mrazuvzdornost

Mrazuvzdornost nebo také odolnost proti zmrazovacím cyklům je schopnost materiálu odolávat přeměně vody na led. Čím vyšší je pevnost materiálu, tím je i tato odolnost vyšší. Materiály, které jsou měkčí, tedy mají nižší elastický modul, se lépe podrobují krystalickému tlaku při přeměně na led. Samotná přeměna vody na led je provázena změnou objemu – 10 % nárůstem, opačná přeměna led – voda už další destrukci nezpůsobuje. [10]

6.5.2.4 Odolnost vůči krystalizaci solí

Je to podobná zkouška jako mrazuvzdornost, která testuje schopnost materiálu odolávat krystalickým tlakům při přeměně roztoku soli na krystaly solí po odpaření vody. Dle ČSN 73 1326 se jako testovací sůl používá roztok síranu sodného. Jeho krystalický tlak i rozpustnost jsou velké, proto je poškození i po malém počtu cyklů měřitelné. Jeden cyklus je jedno vyschnutí vzorku a jeho ponoření do nasyceného roztoku síranu sodného. [10]

6.5.2.5 Rozpustnost

Rozpustnost je dána úbytkem hmoty při dlouhodobém ponoru do čisté vody nebo vyluhováním tekoucí vodou. Materiály, které obsahují hydroxid vápenatý (volné vápno) nebo uhličitan vápenatý (vápenec) jsou v destilované vodě omezeně rozpustné. Ve vodě rozpuštěný uhličitan vápenatý a hořečnatý určují tvrdost vody. Nejdůležitější je tato vlastnost u čisté dešťové vody, tedy vody destilované, neboť určuje její korozní vlastnosti na beton, malty a omítky. [10]

6.5.3 Zdroje zvýšené vlhkosti

Podle způsobu a místa vnikání vody ve skupenství kapalném a plynném do stavebních konstrukcí ji lze rozdělit na:

- ❖ *atmosférickou vodu* – což je voda v ovzduší ve všech skupenstvích. Je tvořena:
 - vlhkostí vzduchu;
 - atmosférickými srážkami;
 - druhotně podporujícími vlivy (chemizmus, pohyb vzduchu, tvar budov, atd.);
- ❖ *podpovrchovou vodu* – je to voda obsažená v zemině a podzákladí budov. Lze ji rozdělit na:
 - půdní;
 - gravitační;
 - kapilární;
 - podzemní (pod hladinou spodní vody)

- ❖ *provozní vlhkost* – ta působí na stavební dílo dopadem technologického procesu.

Vázanou vodu v zeminách lze rozdělit na:

- ❖ *absorpční vodu* – ta je pevně vázaná půdními částicemi. Je charakterizovaná tloušťkou vodního obalu kolem vodních částic;
 - ❖ *kapilární vodu* – působící ve dvou formách:
 - voda kapilárně vztlínající;
 - voda kapilárně zavěšená – tato voda je zadržována povrchovými vrstvami zeminy po delší dobu (po srážkách). Nesouvisí s podzemní vodou;
 - ❖ *gravitační voda* – vyskytuje se v zeminách. Kde jsou částice větší než 1 mm.
- [10]

6.5.3.1 Voda srážková

Tuto vodu můžeme rozdělit podle vniku do objektu:

- **hnaná větrem** – v případě srážek s větrem dochází na návětrné straně objektu k pronikání vody do zdiva, kritická situace nastává, pokud je navíc zdivo neomítnuté. Nárazy vodních kapek dosahují značného tlaku, a voda proto proniká do velké hloubky zdiva zejména trhlinami. Těmito trhlinami se pak podstatně zvětšuje propustnost povrchu zdiva pro vodu;
- **odstříkující** – působením odstříkující vody a vody z tajícího sněhu se zvětšuje namáhání spodní části soklového zdiva. Déšť se na vodorovné hraně soklu odráží a smáčí zdivo. V zimním období se navíc dostává do zdiva i soli z chemického posypu chodníku;
- **pronikající komínovými průduchy** – pokud není komín zastřešen komínovým nástavcem, při dešti stéká voda po stěnách komínů a hromadí se na dně, odkud se vsakuje do okolního zdiva.[10]

6.5.3.2 Voda vzlínající

Pokud chybí nebo je narušena svislá plošná hydroizolace u podsklepených objektů, tak tato voda vniká do stavebních konstrukcí ze zeminy obklopující tyto konstrukce pod úroveň terénu nebo kapilárním vzlínáním z podzákladí.

Voda se do základového zdiva dostává skrze vzlínavost otevřených pórů zemin, také vodní pára může pronikat do zdiva z podzákladí. Taková to zkondenzovaná voda je poté nasávána póry do zdiva a kapilárními silami transportována zdivem vzhůru. Čím větší je množství vody, které se dostane do kontaktu se zdivem, tím větší je intenzita vzlínání vlhkosti. [10]

6.5.3.3 Voda kondenzující na vnitřním povrchu konstrukce

Ke kondenzaci vody dochází jak na povrchu konstrukce nad terénem, tak i pod úrovní terénu. Vzniká při poklesu teploty vnitřního povrchu konstrukce pod teplotu rosného bodu vnitřního vzduchu. Zkondenzovaná vlhkost se projevuje v místech, kde dochází k tepelným mostům. [10]

6.5.3.4 Voda působící hydrostatickým tlakem

Hydrostatický tlak v kapilárním systému vyvolává voda pronikající do zdiva pod tlakem. Takovýto jev způsobuje vzedmutá svahová voda a vysoká podzemní voda především v jarních měsících, kdy taje sníh a zvyšuje se počet přívalových dešťů. Tato voda proniká do pórů zeminy a do pórů zdiva působením gravitace. [10]

6.5.3.5 Hygroscopicita stavebního materiálu

Vysoký obsah hygroscopických solí ovlivňuje rovnovážnou vlhkost stavebního materiálu, která může dosáhnout několikanásobku rovnovážné vlhkosti nezasoleného materiálu. Pokud stavební materiál obsahuje hygroscopické soli, pak tyto soli přejímají vodu z okolního vzduchu. [10]

6.6 STATICKÁ SPOLEHLIVOST KONSTRUKCÍ A VLHKOST

Vlhkost a voda má na konstrukce řadu negativních vlivů, jak v oblasti estetické, tepelně technické, hygienické, tak především v oblasti statické. Z hlediska funkce stavby je statická spolehlivost největším problémem, který rozhoduje o možnostech využití stavby.

Pórovité stavební materiály s relativně vysokou nasákavostí mají zásadně sníženou pevnost v tlaku vlivem vlhkosti obsažené v materiálu. Výjimku tvoří pouze beton, kterému vlhkost prospívá a pevnost zvyšuje, pokud není doprovázena mrazem nebo chemickou agresivitou. Nejvíce katastrofální dopad má vlhkost na pevnost hliněných cihel, kde vede k naprostému rozkladu materiálu.[10]

6.6.1 Získání výchozích podkladů

Při rekonstrukcích vlhkých staveb je jednou z důležitých oblastí posouzení statické spolehlivosti objektů. Přenos zatížení zajišťují nosné konstrukce, které lze rozdělit na:

- ❖ *svislé nosné konstrukce* – jedná se o stěny a sloupy:
 - z různých materiálů (kámen, cihly, beton, ocel, dřevo atd.);
 - různé technologie výroby (zdivo, monolitické konstrukce, montované konstrukce, ocelové sloupy atd.);
- ❖ *vodorovné nosné konstrukce* – jako jsou stropy, překlady, střechy, římsy, balkony:
 - z různých materiálů (kámen, cihly, beton, ocel, dřevo atd.);
 - různé technologie výroby (klenby, dřevěné trémové stropy, betonové stropy, keramické stropy atd.)

Při sanačním zásahu je nutné rozhodnout, zda vlhkost nezpůsobila taková poškození nosných konstrukcí, že by se objekt stal nebezpečným. Proto je zapotřebí jít do terénu a provést stavebně technický průzkum a zjistit:

- celkový stav konstrukcí budovy, způsob jejího provedení, geometrické uspořádání, odchylky od projektu, změny a pozdější úpravy, konstrukční řešení a uspořádání;
- povahu, velikost a historii zatížení;
- druhy, kvalitu a stav materiálů, složení konstrukcí;
- poruchy a vady konstrukcí a její příčiny;
- vlhkostní režim stavby, vlhkost jednotlivých materiálů a konstrukcí;
- stav dřevěných konstrukcí a částí stavby;
- stav základové konstrukce a hydrogeologické podmínky;

- faktory vnějšího prostředí, okolní stavební činnosti a zástavby, které mohou mít vliv na posuzovaný objekt.[10]

6.6.2 Trhliny

Vlhkost může velmi významně snížit pevnost materiálů, což někdy vede k následným statickým problémům. Velmi významným a viditelným indikátorem narušení konstrukcí jsou trhliny. Pro sanaci konstrukce je velmi důležité, aby zkušený odborník tyto trhliny charakterově zhodnotil a určil jejich příčinu.

Při procesu porušování vznikají v konstrukcích lokální poruchy, především trhliny, ale také místní drčení materiálů (cihel, malty). Reakcí na tyto procesy jsou trhliny na povrchu konstrukce.

Hlavním problémem v hodnocení je, zda trhliny jsou poruchou, která nasvědčuje přetížení konstrukce, nebo se jedná o proces teplotně vlhkostních objemových změn materiálů, popřípadě dotvarování konstrukcí. Pokud se jedná o přetížení, pak je ohrožena statická spolehlivost a musí se neodkladně provést sanační opatření. V ostatních případech se jedná o projevy vlastností hmot, které se dnes ve stavebnictví používají a jedná se především o problematiku estetickou.

Posouzení trhlín je velmi subjektivní záležitost a velice záleží na zkušenostech posuzovatele. Trhliny můžeme rozdělit na:

❖ **konstrukčně podmíněné trhliny** – vznikají v důsledku změn polohy, tvaru nebo objemu konstrukce. Rozlišujeme dvě možné příčiny vzniku těchto trhlín:

- místní poruchy podkladní konstrukce omítky – tyto poruchy neznamenaají statické narušení, patří sem:
 - změny objemu (smršťování, bobtnání, teplotní délkové změny);
 - rozdíly v přetvoření podkladu omítky při použití různých stavebních materiálů s rozdílnými fyzikálními vlastnostmi (smršťování, tepelná vodivost, nasákavost);
- statické vlivy nosných konstrukcí – patří sem změny polohy, tvaru nebo objemu nosné či omítnuté konstrukce (dédkové změny způsobené sedáním, změny tvaru způsobené průhybem, změny objemu snížením vlhkosti (smršťování) nebo kolísáním teplot či zatížením).

Jedná se tedy o přetvoření jako jsou:

- průhyby stropů a překladů;
- délkové změny betonových konstrukcí;
- sedání základů;
- smršťování;
- lámání;
- teplotní deformace nosných stěn a sloupů;

❖ **omítkou podmíněné trhliny (staticky nevýznamné)** – jejich příčina je v zpracování omítky nebo v materiálu omítky. Můžeme sem zařadit tyto trhliny:

- kapsové trhliny – jsou krátké, většinou vodorovně probíhající o délce 10 – 20 cm. Vznikají v plastické maltě, a to:
 - je-li vrstva omítky v jedné vrstvě příliš silná;
 - při špatné přilnavosti podkladu;
 - při velmi dlouhém nebo intenzivním hlazení povrchu omítky;
 - při měkké konzistenci malty;
- smršťovací trhliny v čerstvé omítce – síťovitě rozložené trhliny vznikající 1 – 2 hodiny po nanesení omítky. Vhodným ošetřením omítky lze snížit riziko vzniku těchto trhlín. Toto ošetření zabrání příliš rychlému vyschnutí jejího povrchu;
- smršťovací trhliny v tvrdé omítce – mají podobu buď sítě nebo rozdvojení tzv. Y-forma. Tyto trhliny vznikají v době od 1 – 2 měsíců po dokončení omítek a můžou zasahovat až k podkladu;
- mastné trhliny z nadbytku jemných částic – krátké vlasové trhliny zasahující pouze povrch omítky. Vznikají z důvodů vyššího obsahu jemných částic na povrchu omítky.

❖ **trhliny podmíněné kombinovaně omítkou nebo konstrukcí** - poloha a směr trhlín závisí na stavu napětí v konstrukci a na skladbě konstrukce. Většinou platí pravidlo, že směr trhliny je kolmý na směr působení sil, které jsou příčinou jejího

vzniku. Pokud použijeme tuto zásadu, můžeme odvodit zdroje sil a tím zjistit možnou příčinu vzniku trhlin.

Takto vzniklé trhliny můžeme rozdělit na:

- rohové trhliny – ty navazují diagonálně na rohy pravoúhlých otvorů v omítce nebo ve zdivu. Vznikají vlivem koncentrace napětí v koutech otvorů, v omítkách či stěnách;
- spárové trhliny – tvoří pravidelný obrazec připomínající průběh ložných spár zdiva. [10]

6.6.3 Posuzování zděných konstrukcí

Většinou vlhkost zasahuje zejména svislé nosné konstrukce v oblasti sklepů a prvních nadzemních podlaží. Tyto konstrukce bývají vyzděny z různých kusových staviv na různé typy malt.

Nejvýznamnější parametr pro posouzení zděných prvků (stěna, pilíř, klenba) je výpočtová pevnost zdiva, kterou určujeme na základě pevnosti v tlaku jeho jednotlivých složek nebo zdiva jako celku.

- Metody stanovení pevnosti v tlaku cihel a tvárnic:
 - ❖ zkouška Schmidtovým tvrdoměrem dle ČSN 73 1373 Tvrdoměrné metody zkoušení betonu. Jedná se o nedestruktivní zkoušku kusových staviv;
 - ❖ zkouška tvrdosti cihel vrtnou metodou s použitím příklepové vrtačky;
 - ❖ pevnostní zkouška vzorků cihel nebo tvárnic;
 - ❖ pevnostní zkouška válcových vývrtů.
- Metody stanovení pevnosti v tlaku malty:
 - ❖ pevnostní zkoušky tenkých vrstev malty odebraných ze stávajícího zdiva;
 - ❖ zkouška tvrdosti malty vrtnou metodou s použitím příklepové vrtačky;
 - ❖ zkoušky tvrdosti malty vtlačováním ocelové tyčky (sondy, indentoru);
 - ❖ chemický rozbor malty dle ČSN 73 1323 Chemický rozbor betonu.

Posuzování se provádí podle aktuálně platných předpisů. Aby bylo možné v maximální míře omezit možné zesilování a stavební zásahy do původních neporušených stavebních konstrukcí, je nutné správně volit všechny stavební úpravy a nové konstrukce tak, aby nedošlo k podstatným změnám zatížení a napjatosti jednotlivých částí konstrukce budovy.

Statické hodnocení vlhkých konstrukcí není přesně definovanou oblastí. Každá konstrukce má jiné podmínky a během jejího posuzování se musí provést řadu předpokladů na základě zkušeností a odborných odhadů.[10]

6.7 ZPŮSOBY SNÍŽENÍ VHLKOSTI KONSTRUKCÍ

Návrhy, jak vytvořit suché povrchy zdiva, podlah, kleneb a stropů můžeme rozdělit na tyto základní způsoby:

1. odvod zavlhlého vzduchu (umožnit přestup vodní páry do atmosféry);
2. vytvoření clon ve zdivu v místech pronikání vlhkosti;
3. shromažďování a odvádění vody v konstrukcích do oblastí pro stavbu škodných;
4. povrchové úpravy zajišťující „vydýchávání“ vlhkosti jako řešení hlavní nebo doplňující.

Sanační úpravy lze rozdělit na metody povrchové a na technologicky předpokládající zásahy do konstrukcí. Nikdy nelze odstranit vysokou vlhkost zdiva pouze jedinou úpravou, vždy se jedná o kombinaci úprav.

Hodnocení, pro výběr vhodného sanačního opatření, je ovlivněno:

- souvislostmi s dalšími pracemi;
- účinností vzhledem k poznanému stavu a potřebám;
- složitostí provedení a jejím případným vlivům na provoz budovy;
- vhodností aplikace s ohledem na charakter budovy (historický význam, památkovou ochranu).

Způsobů a metod, jak provést sanační opatření existuje nepřehledné množství. V následujících kapitolách budu chtít přiblížit některé z nich.

6.7.1 Vzduchové izolační systémy

Tyto systémy se používají především při sanaci vlhkého zdiva u objektů stávajících, především historických památek.

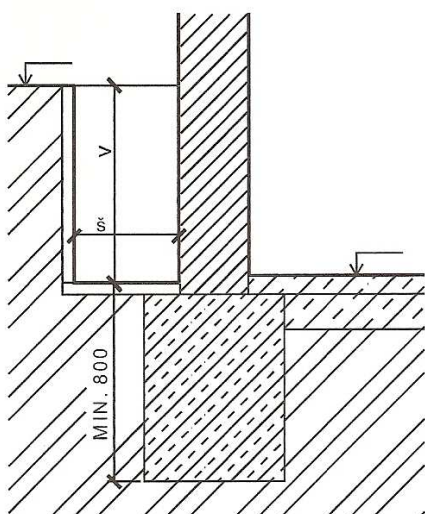
Vzduchové izolační systémy lze rozdělit na:

- **vzduchové dutiny** – jejich základní funkce spočívá v oddělení stavební konstrukce od zdroje vztlínající vody pomocí větrané vzduchové dutiny, která zajišťuje trvalý přívod a odvod vzduchu. Proudění vzduchu můžeme rozdělit na:
 - *přirozené (gravitační)* – takovéto proudění vzduchu se využívá u stěnových dutin, které jsou pod úrovní terénu a jsou zakryté. Nastává:
 - u dutin s nasávacími a výdechovými otvory v exteriéru;
 - u dutin s nasávacími otvory v interiéru a výdechovými otvory v exteriéru;
 - *nucené*, kdy proudění vzduchu bývá zajištěno ventilátorem. Používá se tehdy, pokud by přirozené proudění vzduchu nefungovalo. Toto proudění je závislé na přívodu elektrické energie, tudíž se jedná o vcelku nákladnou metodu. Vysokým nákladům lze předejít použitím časovače, který může ventilátor spouštět v době, kdy je elektrický proud levnější. Spolu s ventilátorem lze použít i ohřívač vzduchu.

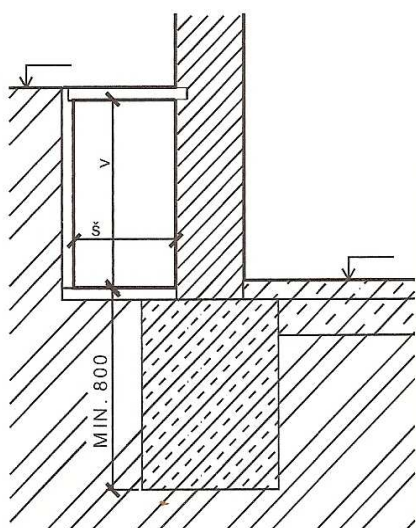
Vzduchové dutiny dále můžeme rozdělit podle polohy na:

- **stěnové (svislé)** – ty se dále dělí podle provedení na:
 - ❖ vnější straně obvodových stěn – tyto systémy se provádí v závislosti na:
 - výšce okolního terénu;
 - tom, zda je či není objekt podsklepen;
 - celkové situaci objektu.

Tyto dutiny mohou být provedeny:



Obr. č. 3 – Vzduchová dutina – otevřený systém.[10]



Obr. č. 4 – Vzduchová dutina – zakrytý systém.[10]

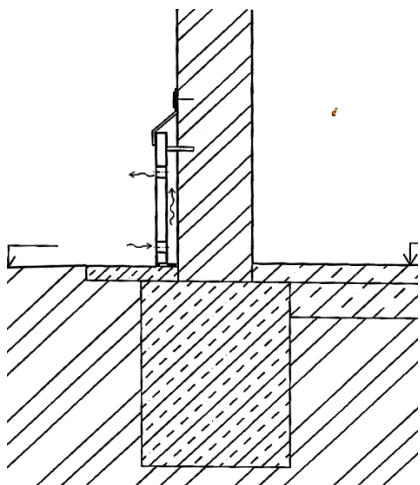
- *pod úrovní terénu jako:*

- * **otevřené**, nebo-li anglické dvorky – ty jsou tvořeny opěrnou zdí, která je odsazena od vnějšího líce izolované obvodové stěny objektu. Opěrná zeď může být řešena jako samonosná, nebo se může po určitých vzdálenostech opírat o obvodovou zeď objektu. Dno se provádí ve spádu směrem od budovy a musí být odvodněno. Dutina se zakrývá roštěm nebo se ponechá otevřená se zábradlím;

- * **zakryté** – jsou vytvořeny překrytím prostoru vzduchové dutiny např. železobetonovou deskou. Aby bylo dosaženo co nejlepší funkce, je zapotřebí po provedení výkopu obnažené zdivo řádně očistit, osekát omítku a spáry vyškrábat, aby byla na stěně vytvořena co největší odpařovací plocha. Po té by se mělo zdivo nechat co nejdelší dobu vysušit. Výměny vzduchu je řešena pomocí systému přiváděcích a odváděcích otvorů. Dno vzduchové dutiny musí být vyspárováno směrem od objektu ke sběrné jímce nebo ke kanalizační vpusti;

- *nad úrovní terénu jako:*

- * **provětrávané soklové dutiny** – soklové části budov v bezprostředním kontaktu s přilehlým terénem jsou velmi citlivou částí, kde se problémy s vlhkostí vyskytují velmi často. Princip provětrávaného soklu tkví ve vytvoření vzduchové dutiny na vnější straně obvodového zdiva. V soklu se vytvoří systém nasávacích a výdechových otvorů, které musí zajišťovat



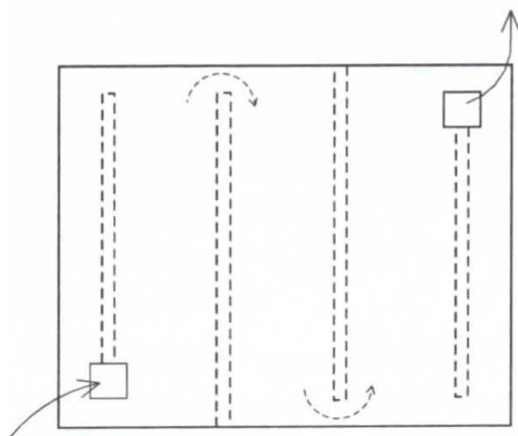
Obr. č. 5 – Princip provětrávaného soklu.[10]

potřebnou výměnu vzduchu. Soklové části budov bývají provedeny buď ze stejných materiálů jako ostatní části obvodové konstrukce nebo z materiálů odolnějších proti povětrnostním vlivům. Provětrávané sokly mohou být řešeny jako:

- **zděné** – kdy se stávající sokl odseká, odsekaná část zdiva se zbaví nečistot a spáry se vyškrábou. Pokud to únosnost zdiva dovolí, ponechají se tyto nadále volné. Pak se provede nová soklová přízdívka, která se vyzdí na nově vloženou vodorovnou povlakovou hydroizolaci. Vždy je třeba provést hydrofobní povrchovou úpravu soklu;
- **zavěšené** – opět se vytvoří vzduchová dutina na vnější straně obvodového zdiva. Stávající sokl se vyseká, odsekaná část zdiva se zbaví nečistot a spáry se vyškrábou. Na zdivo se zavěsí soklová deska tak, že nahoře i dole zůstávají štěrby, které umožní proudění vzduchu v dutině za soklovou deskou;
- **z profilovaných folií z plastických hmot** – ke stávajícímu vlhkému zdivu se pomocí vrutů a hmoždinek připevní profilovaná fólie z plastické hmoty, na kterou se pak provede obklad. V horní části se sokl ukončí plastovou lištou;

❖ vnitřní straně zdi – tyto dutiny mohou být z výškového hlediska umístěny:

- *pod úrovní podlahy* – tyto dutiny jsou principiálně stejné jako tytéž dutiny na vnější straně zdiva;
- *nad úrovní podlahy* – tyto dutiny mohou být řešeny jako:

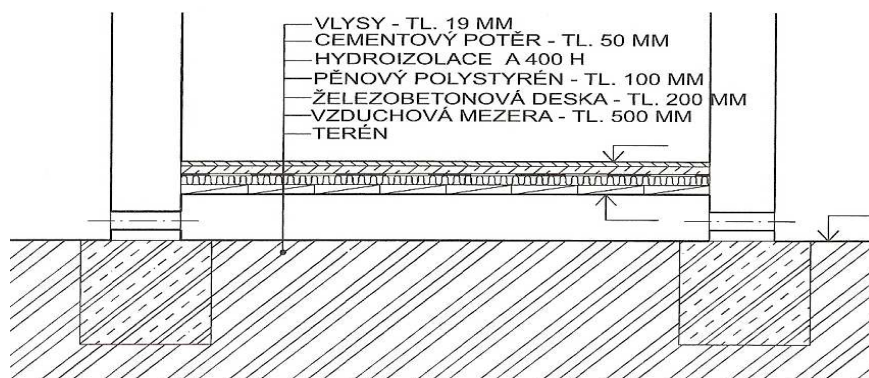


Obr. č. 6 – Příklad řešení vnitřního obkladu.[10]

- * **předsazené stěny** – ty se provádí jako cihelná příčka vyzděná na celou výšku místnosti. Velmi důležité pro klimatické poměry v místnosti je správně zvolit nasávací a výdechové otvory;
- * **vnitřní obklady** – provádí se ze dřeva, sádkokartonu, plastických hmot atd.. Obkladový materiál musí být odolný proti vlhkosti. Kotvení obkladu rozděljuje vzduchové dutiny, proto je třeba, aby kotvicí konstrukce byla uspořádat tak, aby bylo umožněno proudění vzduchu;

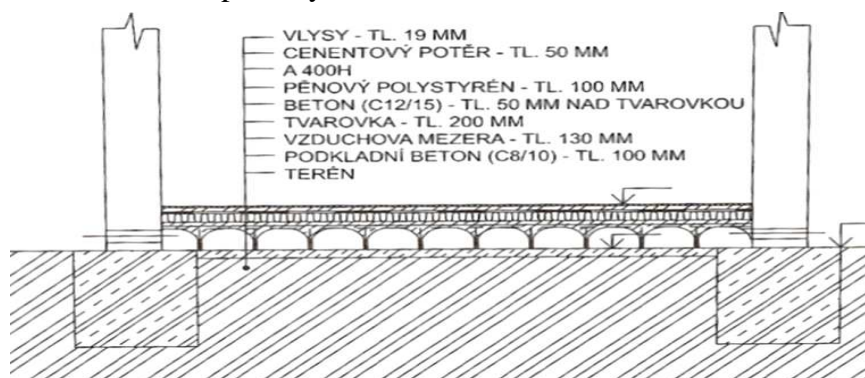
- **vodorovné (podlahové)** – takovýchto větraných vzduchových mezer pod podlahami, které jsou v kontaktu s podložím se používá běžně při sanaci vlhkého zdiva nebo u objektů zasažených povodněmi. Existují dva způsoby vytvoření těchto dutin:

- ❖ *zastropením* – to se provede pomocí vodorovné nosné konstrukce, která může být tvořena železobetonovými stropními deskami, dřevěnými trámy a prkny, ocelovými profilovanými plechy atd.. Tento způsob se používá především u historických objektů. Způsob zastropení musí respektovat památkový charakter objektu;



Obr. č. 7 – Vodorovná vzduchová mezera pod podlahou, vytvořená zastropením.[10]

- ❖ *pomocí speciálních tvarovek* – tento způsob spočívá v provedení podkladní betonové vrstvy nebo zhutněného štěrkopískového podsypu, na který se položí tvarovky, které se následně zalijí betonovou zálivkou, na kterou se poté provedou další vrstvy podlahy;



Obr. č. 8 – Vodorovná vzduchová mezera pod podlahou, vytvořená pomocí tvarovek.[10]

- **ostatní vzduchové systémy** – ty můžeme rozdělit na:
 - sanace systémem kanálků – existují dva způsoby sanace vlhkého zdiva systémem kanálků. Bohužel účinnost těchto systémů je v našich klimatických podmínkách velmi nízká, proto se již skoro nenavrhují. Jedná se o způsoby:
 - ❖ **Knapenovy kanálky** – jejich autorem je pařížský profesor Knapen. Je to systém tvořený šikmými kanálky umístěnými na vnější straně obvodové zdi v osových vzdálenostech asi 800 – 1000 mm. Kanálky zasahují do 2/3 tloušťky zdi. Vytváří se tak, že se do vysekaného otvoru osadí trubky z porézního materiálu, čímž se zabrání jejich následnému zanášení uvolněným materiálem stěn. Zvenku se opatří síťkou. Podle výše vlhkosti se zhotovovaly v jedné, dvou až třech řadách nad sebou, kde byly navzájem prostřídány. Rychlost cirkulace vzduchu závisí na teplotě a vlhkosti venkovního vzduchu a na vlhkosti zdiva. Cirkulace ustává v okamžiku, kdy vlhkost venkovního vzduchu je stejná jako vlhkost v kanálku;

❖ **kanálkový způsob** – zdivo se vysušuje řadami vodorovných děr, které jsou zaústěny do lomeného kanálku umístěného v líci zdi. Vzduch proudící kanálkem odvádí z děr vodní páru, která se do nich ze zdiva vypařuje;

○ použití profilovaných fólií – provětrávaná vzduchová mezera je vytvořena pomocí profilovaných fólií z plastických hmot.

○ provětrávané drenážní systémy – ty mohou být umístěny buď:

❖ *na vnější a vnitřní straně obvodových zdí* – kde drenážní hadice, které jsou umístěny na vnější a vnitřní straně obvodových zdí, jsou napojeny skrze nasávací a výdechové otvory na venkovní ovzduší, čímž je zajištěno proudění vzduchu v systému, které bývá realizováno jako přirozené.

❖ *podloží pod objektem* – největší vliv na snížení vlhkosti ve stěnách má dobře odvětraná drenážní vrstva s vloženými perforovanými drenážními hadicemi. Účinnost a rychlost odvlhčování zdiva je dána také výkonem ventilátoru. Nevýhodou je závislost na dodávce elektrické energie.[10]

6.7.2 Dodatečné bariéry ve zdivu

Principem dodatečných bariér je aplikace takové hmoty do konstrukce, která brání dalšímu pronikání vlhkosti do zdiva. To lze buď:

➤ **chemickými metodami** – kdy se bariéra vytváří aplikací chemických látek do zdiva, ve kterém se pak vytvoří tzv. chemická hydroizolační clona.

Chemické hydroizolační clony se provádí způsobem nazvaný injektáž. Kdy oblast zdiva dodatečně prosycená utěšňovacím nebo hydrofobním prostředkem brání vztlínání vlhkosti a plní funkci dodatečné hydroizolace. Vpravení infuzního prostředku se provádí do předem vyvrtaných otvorů. Způsoby zabraňování vztlínání zemní vlhkosti můžeme podle principů působení rozdělit do skupin:

- *utěsňující kapiláry* – kdy aplikovaná látka má za úkol penetrovat do pórů zdiva, ucpat je a chemickou reakcí ztuhnout do nepropustné formy;
- *zužující kapiláry* – kdy injektážní látka zužuje průřez pór, a tím snižuje kapilární nasákavost. Vysoušecího účinku se dosáhne tím, že odpařování vlhkosti na povrchu materiálu je větší než její přísun;
- *odpužující vodu* (hydrofobizační) – princip spočívá ve hydrofobní úpravě stěn pórů, což zamezí kapilární vztlínivosti. Struktura a průřez hydrofobizovaných pórů zůstávají nezměněny;
- *kombinující jednotlivé principy* – např. zužující kapiláry a odpužující vodu. Většina směsných infuzních materiálů využívá kombinaci vlastností jak těsnících, tak hydrofobizačních.

Základní druhy injektáží můžeme rozdělit na:

- **beztlakovou injektáž** – injektážní prostředky se do vrtů vpravují beztlakově jen kapilární nasákavostí, popřípadě lze využít mírného hydrostatického tlaku sloupce kapaliny ze zásobníku nebo vstřikováním. Velmi důležité je před injektáží odstranit prach a zbytky vývrtů z vrtaných otvorů tak, aby nebylo bráněno působení kapilární nasákavosti zdiva. To se provádí pomocí vzduchových kompresorů vyfoukáním nebo odsátím. Roztoky se do šikmých vrtů nalévají pomocí speciálních nádobek a zařízení, přepravních čerpadel atd.. Beztlakovým způsobem je nejvýhodnější aplikovat nízkoviskózní roztoky, které snadno a dostatečně daleko penetrují do struktury injektovaného stavebního materiálu;
- **tlakovou injektáž** – ty jsou vhodné pro silně zavlhlé stavební konstrukce a materiály. Vrty se provádí dle technologického postupu výrobce, případně dle konkrétních podmínek s odpovídajícím sklonem nebo vodorovně. Do vyvrtaných otvorů se osadí injektážní ventily, které zajistí těsné uzavření vrtů a přes tlakovou hadici se plní speciální vysokotlakou pumpou. Injektáž se provádí za nepřetržitého tlaku méně než 1000 kPa nízkotlakou metodou. Pokud nebylo dosaženo

požadovaného tlaku, je třeba provést kontrolu, jestli nedochází ke ztrátám injektážního prostředku do dutin, trhlinami, uvolněnými spárami nebo vadnými místy;

○ **zvláštní způsoby realizace infuzních clon:**

- *metoda následné infuze* – pro tuto metodu se jako injektážní materiál používá ekologicky nezávadné materiály. Základní princip spočívá v tom, že do struktur zdiva jsou postupně napouštěny dva infuzní prostředky, z nichž jeden má utěšňující a druhý výrazně hydrofobizační vlastnosti. Po napuštění obou druhů prostředků do konstrukce se vytváří podmínky jak pro utěsnění jejich struktury, tak pro dosažení výrazných vodoodpudivých vlastností chemické hydroizolační clony;
- *termicky aktivovaná injektáž* – tato metoda obsahuje v pracovním postupu mezi vyvrtáním a vlastní injektáží proces vysušení izolovaného zdiva, což má dobré účinky na účinnost metody a následnou pevnost izolovaného zdiva. Infuzní prostředek je ve zdivu ukládán v oblastech teplotně připravených pro jeho vstřebání do kapilár. Plnění se provádí sérií zabudovaných injektážních jehel;
- *rubová injektáž* – tato injektážní technika se používá k vytvoření dodatečných izolací podzemních částí staveb jak proti zemní vlhkosti, tak proti tlakové vodě. Tato injektáž se neprovádí ve hmotě zdiva, ale na styku rubové strany podzemního zdiva s navazujícím zemním tělesem. Injektážní vrty se vrtají na celou tloušťku zdiva, tak aby se injektovaný materiál dostal do zóny styku rubu zdiva se zeminou;

➤ **mechanickými metodami** – tyto metody využívají princip vložení nové izolace do proříznuté nebo vybourané spáry ve zdivu. Tyto metody patří mezi nejúčinnější úpravy při provádění dodatečných izolací a sanací vlhkého zdiva. Jedná se o metody:

- **dodatečné vložení vodorovné izolace do probouraných otvorů** – tento způsob je používán většinou při opravách a rekonstrukcích

drobných staveb a staveb s velmi složitou skladbou zdícího materiálu. Jde o pracnou metodu spojenou s vysokým rizikem poškození statiky stavby.

Postup je takový, že se odstraní stávající omítka v místech provádění tak, abychom zjistili skladbu zdiva a průběh vodorovných spár. Následně se začne s vybouráváním zdiva. Mezi jednotlivými otvory se zachová pilíř zdiva. Podkladní vrstvy zdiva v otvorech se očistí a vyzdí se jedna až dvě vrstvy cihel, na jejichž vrchní plochu se nanese cementová malta. Po jejím zatvrdnutí se položí izolační vrstva. Zbývající prostor nad izolací se dozdí cihlami a řádně doklínuje z obou stran statickými plastovými klíny. Pak se vybourají pilířky a postupuje se stejným způsobem. Po zaizolování a statickém zajištění objektu se přistoupí k tlakové injektáži spáry cementovou maltou s plastifikátorem;

○ **dodatečné vložení vodorovné izolace do proříznuté ložné spáry:**

- *podřezání zdiva ručně* – používá se k tomu ruční pila, která je použitelná hlavně u cihelného zdiva do maximální tloušťky 45 – 60 cm;
- *podřezání řetězovou pilou* – ta se používá k podřezávání cihelného nebo kvádrkového zdiva. V místě podřezávání se otluče omítka, aby se odkryla a zkontrolovala řezaná spára. Zdivo musí být vyzděno v pravidelných spárách. Po proříznutí zdi se řezná spára vyčistí a do drážky se vloží požadovaný typ izolace, ta se ve spáře upevňuje natloukanými rozpěrovými klíny z plastu, které se vkládají oboustranně. Po provedení zaizolování se mezera mezi klíny vyplní pod tlakem cementovou maltou s plastifikátorem;
- *podříznutí kamenného a smíšeného zdiva lanovou pilou s diamantovým lanem* – kdy řezu je možné provádět vodorovně, svisle i šikmo. Nejprve se v místech budoucího řezu vyvrtají otvory pro vložení lana a osadí se skupina kladek pro jeho vedení. Stroj pohání uzavřenou smyčku diamantového lana

soustavou vodících kladek a postupným zkracováním této smyčky dochází k vlastnímu řezání. Další postup vkládání izolačních pásů, klínování a injektáže spáry je obdobný jako u podřezávání řetězovou pilou;

- **dodatečné vložení vodorovné izolace zarážení desek** – tato metoda je aplikovatelná u všech budov s průběžnou spárou v cihelném zdivu. Desky jsou provedeny z nerezavějících materiálů, velmi důležité jsou mechanické vlastnosti těchto desek, neboť současně při zarážení splňují funkci pracovního nástroje, na který působí rázová energie nutná pro jejich zaražení. Plechy musí překonat odpor při rozpojování materiálu spár a tření desky. Pro dodržení těchto parametrů jsou plechy tvarovány do vlnek. Do spár zdiva jsou desky zaváděny strojně, aniž by došlo k jejich porušení. Takto je rychle vytvářena kapilárně nepropustná a nerezavějící horizontální uzávěra proti vztlínající zemní vlhkosti.[10]

6.7.3 Jílové izolace

Jílové izolace jsou jedny z nejstarších opatření prováděná současně se stavbou nebo dodatečně. Jejich hlavní výhodou je, že neutěšňují stavby a jejich části zcela úplně, a proto tak zajišťují přiměřený vlhkostní stav ve zdivu.

Jíly jsou typická přírodní surovina, jejíž charakteristickou vlastností je, že ve vodní suspenzi se stávají lehce tvarovatelné bez porušení celistvosti. Po vysušení si vzniklé jílové těleso zachovává svůj tvar a zároveň získá mechanickou pevnost a odolnost proti působení okolního prostředí, hlavně proti vodě a vlhkosti. Jejich úspěch je dán těmito podmínkami:

- jílové vrstvy jsou uloženy do oboustranně zavlhělého prostředí s jistotou, že toto prostředí bude zachováno i po aplikaci;
- izolační vrstvy jsou provedeny jako kombinované, tedy suché a zvodnělé s tím, že se v čase navzájem zatahují;
- zásadním detailem je horizontální ukončení, nebo-li koruna.

Izolace jílem jsou vhodné jako:

- ochrana zdiva boků staveb pod úrovní terénu při částečně nebo úplně zapuštěných suterénech;

- ochrana zdiva, které je přímo pod vodou;
- izolace stropů a kleneb pod terénem, tedy sklepů, které jsou částečně nebo úplně umístěny pod dvory, terénem nebo v hradbách se zatravněnými korunami.

Úpravou tradičních jílových izolací jsou izolace bentonitové. Na rozdíl od tradičně aplikovaných jílu bývá bentonit uzavřen mezi fixovací vrstvy.

Bentonit je jílovitá hornina s mohutnou sorpční schopností, vysokou hodnotou bobtnání a plastičnosti.

Jako plošná hydroizolace hlavně železobetonových konstrukcí většího rozsahu se používají speciálně upravené rohože, které obsahují bentonit sodný, tyto rohože jsou odzkoušeny i na tlak vodního sloupce 50 m. Výhodou bentonitových rohoží je jednoduchost jejich montáže, kdy bentonit zajišťuje okamžité utěsnění případných průrazů v rohoži. Montáž izolace není závislá na povětrnostních podmínkách. Rohože jsou spojeny s betonem, a proto případná porucha izolace se projeví i na vnitřní straně železobetonové konstrukce na stejném místě. Následná oprava injektáž není složitá.[10]

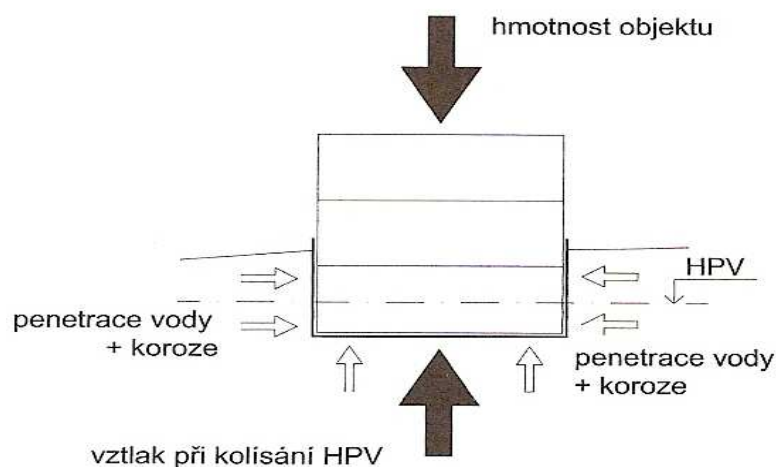
6.7.4 Plošné izolace

Vodotěsná izolace spodní stavby je velmi náročný prvek stavebního díla. Jde o část konstrukce, která je po zabudování trvale nepřístupná, ale zároveň která dlouhodobě ovlivňuje kvalitu a životnost stavby, tedy užitnou hodnotu. Velmi důležité při řešení hydroizolace spodní stavby je zpracování projektového návrhu hydroizolace, pokud se jedná o složitou stavbu, tak je potřeba i technologického postupu. V projektu by měly být vyřešeny základní skladby včetně detailů vyskytujících se na stavbě. Projekt hydroizolací může mít zpětné, ne však zásadní požadavky na úpravu technologie provádění stavebních konstrukcí.

Existují tři základní namáhání způsobené podzemní vodou:

- penetrační – kdy se voda snaží za každou cenu proniknout do interiéru;
- statické – když už voda nemůže proniknout do objektu, tak se snaží s objektem alespoň zahýbat. Tyto pohyby jsou cyklické a musím se s nimi počítat ve statickém návrhu;

- korozivní – působením vody dochází ke korozi všech stavebních materiálů, které se s ní dostávají do kontaktu, většinou jde o agresivní vody.



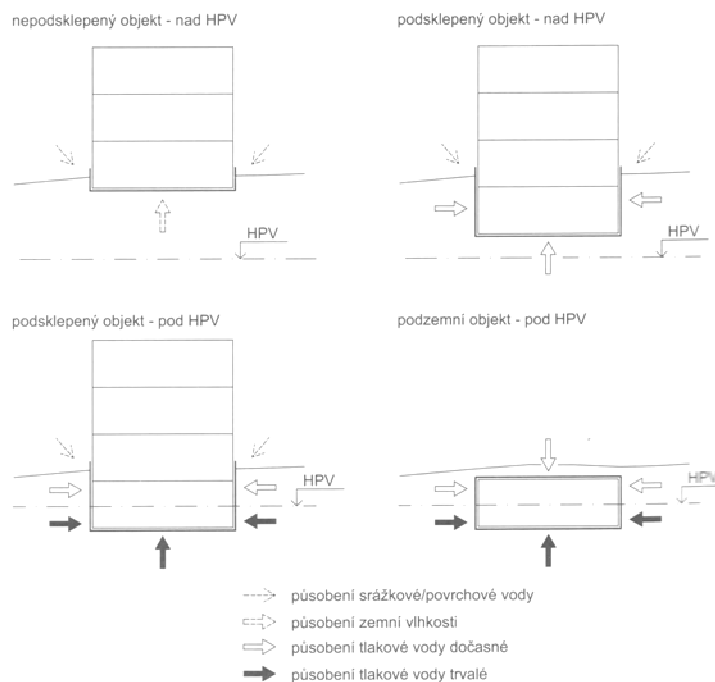
Obr. č. 9 – Základní namáhání od podzemní vody.[10]

Čím je hydrofyzikální namáhání vyšší, tím důležitější je kvalitní technické a materiálové řešení vodotěsných izolací.

Velmi důležitým základním údajem je informace, proti jakému hydrogeologickému namáhání je objekt navrhován.

Z hlediska namáhání podzemní vodou můžeme rozeznat dva základní druhy:

- hydrogeologické namáhání zemní vlhkostí – kdy zemní vlhkost lze nalézt v místech s propustnými zeminami a také v místech, která jsou přirozeně odvodňována (ve svazích, na kopcích). Vždy je nutné provádět hydrogeologický průzkum před začátkem projektování;
- hydrogeologické namáhání tlakovou vodou – to může být buď trvalé nebo dočasné, způsobené gravitační vodou.[10]



Obr. č. 10 – Typy uložení objektů vzhledem k hydrogeologickému namáhání.[10]

6.7.4.1 Systémy a materiály vodotěsných izolací

Po vyhodnocení vstupních údajů docházíme k možným technickým řešením a volbě systémů. Tyto systémy můžeme rozdělit do tří základních skupin:

- **speciální systémy** – což jsou povlakové vodotěsné izolace s pasivním nebo aktivním systémem kontroly spojené s antivibrační vložkou (oblast metra, oblasti jiného silného zatížení dopravou).
- **bezpovlakové systémy:**
 - bez jakékoliv ochrany, plnopřůtné konstrukce s dočasně obětovaným podlažím, které se po zatopení vyčistí a znovu slouží svému účelu;
 - trvale udržované drenážní systémy užitá tam, kde je to technicky možné;
 - vodostavební betony;
 - betony opatřené krystalizačními nátěry;
 - betony opatřené syntetickými těsnícími nátěry;
 - bentonitové nebo jílové rohože;

➤ **povlakové systémy:**

- *asfaltové* – jednovrstevné nebo vícevrstevné z modifikovaných asfaltových pásů:
 - bez jakéhokoliv kontrolního systému;
 - s pasivním kontrolním systémem;
 - s aktivním kontrolním systémem;
- *fóliové* – jednovrstevné nebo vícevrstevné (jen s kontrolním systémem):
 - bez jakéhokoliv kontrolního systému;
 - s dvojími svary;
 - s pasivním kontrolním systémem;
 - s aktivním kontrolním systémem (dvouvrstevné);

Pro povlakové vodotěsné izolace spodních staveb se nejvíce používají dva základní materiálové systémy:

- *modifikované asfaltové pásy:*
 - modifikované SBS;
 - modifikované APP;
- *syntetické fólie:*
 - mPVC;
 - TPO;
 - LDPE, HDPE.

Z hlediska vývoje systémů vodotěsných izolací spodní stavby lze říci, že jednotlivé materiálové systémy asfaltové x syntetické jsou vzájemně nahraditelné.

Rozdělení systémů podle kontroly:

- **systémy vodotěsných izolací s pasivní kontrolou** – tyto systémy neumožňují podtlakovou kontrolu plochy vodotěsné izolace, ale umožňují rozdělení plochy na sektory. Při porušení nějakého ze sektorů voda odtéká kontrolními

trubičkami, kterými jsou tyto sektory opatřeny, a zároveň je jimi možné provést sanaci poškozeného sektoru;

- **systémy vodotěsných izolací s aktivní kontrolou** – umožňují aktivní kontrolu těsnosti pod tlakem v libovolném stádiu po dokončení jednotlivých sektorů vodotěsných izolací. Při porušení nějakého ze sektorů voda odtéká kontrolními trubičkami, kterými jsou tyto sektory opatřeny, a zároveň je jimi možné provést sanaci poškozeného sektoru. [10]

6.7.4.2 Technologie provádění izolačních systémů

Technologie provádění je u obou systémů shodný až na ten rozdíl, že pro svařování fólií se používá horký vzduch a pro svařování asfaltových pásů se používají PB hořáky. Horký vzduch má menší tepelný výkon, a proto omezuje technologii provádění při nízkých teplotách.

Technologie provádění:

- **asfaltové pásy** – existují dvě možnosti a jejich kombinace:
 - možnost volného pokládání s mechanickým kotvením v místech, kde je to z hlediska provádění nutné;
 - možnost navařování na podklad, ten musí být v době navařování suchý, zbavený nečistot a nepenetrovaný asfaltovým nátěrem.

Výhodou asfaltových pásů je, že je lze napojit na stávající konstrukce.

Podkladní vrstva pro hydroizolační povlak z asfaltových pásů provádí bez podkladní textilie. Živičné izolace nevyžadují velmi kvalitní podklady.

- **fóliové izolace** – lze pouze volně pokládat na podklad s mechanickým kotvením na svislých konstrukcích nebo v místech, kde je to z hlediska provádění nutné.

Pro hydroizolační povlak z fólií jsou kladeny vysoké nároky na kvalitu podkladních konstrukcí, proto se používá podkladních textilií nebo profilovaných PE fólií typu Delta, Platon, Oldroyd atd.

Podklady izolací, ať už betonové nebo zděné, musí být rovné, neporušené (např. výstupky, zlomy, dutinami atd.). V žádném případě nesmí mít podkladní konstrukce jakékoliv ostré nerovnosti, mírně zaoblené povrchy bez ostrých rohů jsou přijatelné.

Podkladem pro vodorovnou izolaci bývá betonová mazanina. Podklad pro svislé izolace může tvořit:

- betonová jáma;
- záporová stěna, pokud se provádí z jámy;
- železobetonová stěna, při provádění z výkopu.

Pokud se na delší dobu přeruší provádění izolace, je nutné provést ochranu proti provozním vlivům při realizaci stavby. Izolaci je nutné chránit dočasnou vrstvou nebo konstrukcí, která se před napojením izolace odstraní.

Jako **ochrannou vrstvu** na vodorovné konstrukce se používá krycí textilie, která je krytá tenkou PE fólií nebo betonovou mazaninu. Alternativní ochrannou vrstvou můžou být profilované fólie, které kromě ochranné funkce plní i funkci drenážní.

Pokud se jedná o izolaci podzemních částí budov, tak na svislých konstrukcích lze provést ochranu hydroizolace buď pouze ochrannou geotextilií vyšší gramáže nebo ochrannou geoextilií vyšší gramáže s přízdívkou z plných cihel. [10]

6.7.4.3 Rizika návrhu vodotěsných izolací spodní stavby

Jedná se především o tyto rizika:

- podcenění hydrogeologických podmínek stavby;
- nevhodné materiálové a technologické řešení;
- neproveditelnost konstrukčních detailů apod.;
- nadměrná nebo nevhodná etapovitou provádění;
- nerespektování klimatických podmínek, které je možné očekávat v době provádění;
- poškozování hydroizolačního povlaku, jeho částí a prvků v průběhu následných stavebních prací;
- nerespektování technologických předpisů při provádění vodotěsných izolací spodní stavby. [10]

6.7.5 Omítky

Existuje celá řada omítek, ať už se jedná o omítky:

- určené pro renovaci a sanaci;
- tepelně –izolační;
- akustické;
- protipožární;
- či ostatní;

pro nás jsou důležité omítky sanační.

Při sanaci vlhkého zdiva je hlavním úkolem, zvolit nejvhodnější způsob metody sanace s ohledem na budoucí využití objektu po rekonstrukci a na návratnost vložených prostředků. Úprava povrchů rozhodujícím způsobem ovlivňuje výsledek celé sanace a někdy bývá jediným sanačním opatřením.

Rozhodujícím kritériem pro úspěšný návrh sanačních omítek je jejich životnost.

Základní metodou povrchové úpravy je většinou použití sanačních omítek, u režného zdiva použití sanačních spárovacích malt.

Sanační omítka WTA je definována jako suchá maltová směs s vysokou porozitou a paropropustností při současně velmi nízké kapilární vztlínivosti.

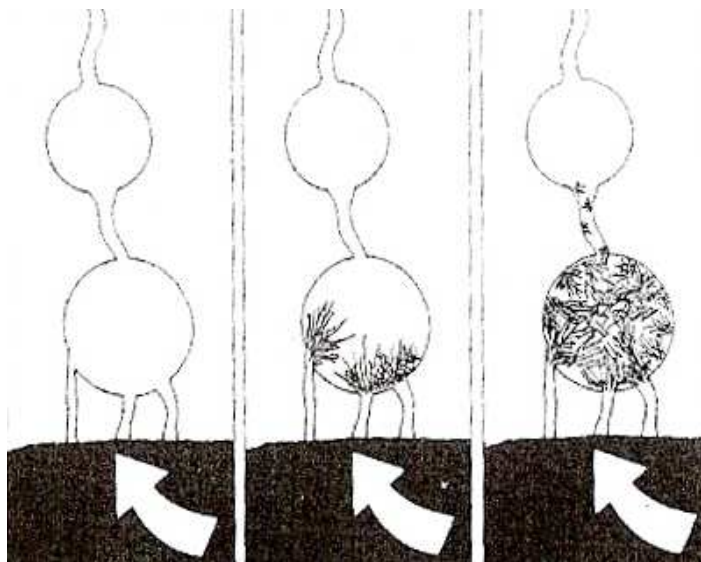
Dalším typem je **podkladní omítka**, která se používá hlavně pro vyrovnání zvýšených nerovností zdiva.

Kompresní omítky neboli obětované se používají pro snížení obsahu solí ve zdivu. Tyto omítky jsou velmi porézní a nasákavé. Po určité době několika měsíců až dvou let jsou odstraněny.

Odvlhčovací omítky umožňují svojí strukturou a plochou svého povrchu zvýšené odpařování vlhkosti zdiva.

Vzduchové póry jsou v sanační omítce tvořeny tensidy nebo lehčenými plnivy jako jsou perlit, pemza nebo polystyrol. Důležitým parametrem jsou také průměry pórů. Velikost a rozmístění pórů je závislé na způsobu a intenzitě míchání omítky. Nasákavost omítky je určena kapilární vztlínivostí, kromě toho ovšem vyžadují tyto omítky i vnitřní hydrofobitu, kterou je nutno vytvořit hydrofobizačními přísadami.

Rozhodující vlastností sanačních omítek je i jejich dlouhodobá odolnost proti solím, obsaženým ve vztlínající vodě. Vzhledem k nasákavosti kapilár i lehkých plniv se solný roztok dostává do zdiva do omítky. Díky vysoké hydrofobitě sanační omítky pronikne voda maximálně do hloubky 5 mm sanační omítky, kde se voda odpaří a soli krystalizují jen v pórech omítky.[10]



Obr. č. 11 – Schéma ukládání solí v sanační omítce.[10]

7 ZJIŠTĚNÍ NEODSTRANITELNÝCH VAD A PORUCH NA NEMOVITOSTI – PRAKTICKÝ PŘÍKLAD

7.1 SEZNÁMENÍ S ŘEŠENOU PROBLEMATIKOU

V následujícím praktickém příkladě, kde se jedná o zjištění příčin nadměrné vlhkosti v podzemním podlaží rodinného domu a vlhnutí terasy, bych Vám chtěla ukázat, jak u vad, které se jeví jako odstranitelné, se může nakonec dojít k závěru, že jde o vady neodstranitelné.



Obr. č. 12 –Řešený objekt.[11]

Popis nemovitosti:

Jedná se o rodinný dům o jednom podzemním, dvěma nadzemními podlaží a podkrovím. Tento objekt slouží především k bydlení, v 1.NP je provozována kancelář.

Rozčlenění objektu:

- Podzemní podlaží – zde se nachází místnost s bazénem, sauna, vinárna, vinný sklep, WC, sklad, sklepy a kotelna;
- 1.NP – tady jsou prostory kanceláří, kuchyňka, pracovna, pokoj a dvojgaráž;
- ve 2.NP – je umístěna kuchyň, spíž, jídelna, pokoj pro hosty, pracovna a sociální zázemí;

- v podkroví – jsou tři ložnice, šatny, pracovna, dvě koupelny a dvě WC.

Použité materiály na konstrukcích:

- objekt je založen na betonových pásech;
- obvodové zdivo je provedeno z keramických tvarovek;
- v 1.PP je u zdiva provedena přízdívka;
- zdivo podkroví je provedeno z pórobetonových tvárnic;
- stropy jsou železobetonové;
- terasa je provedena jako vyložení stropní desky, nášlapnou vrstvu má z keramické dlažby;
- schodiště je železobetonové obložené keramickou dlažbou;
- krov je proveden jako dřevěný hambálkový;
- krytinu tvoří měděný plech;
- fasáda je tvořena zateplovacím kontaktním systémem;
- okna jsou dřevěná s dvojsklem, tzv. eurookna;
- podlahy jsou opatřeny nášlapnými vrstvami z keramické dlažby a laminátovými deskami. [11]

7.2 MĚŘENÍ VLHKOSTI

Při místním šetření v podzemním podlaží objektu bylo provedeno měření hmotnostního obsahu vlhkosti svislého zdiva na pěti vlhkostí viditelně postižených a přístupných místech. Dále byl měřen hmotnostní obsah vlhkosti podlahové konstrukce v místě přístupné dřívější sondy.

Hmotnostního obsah vlhkosti zdiva a podlahové konstrukce byl měřen pomocí diagnostického přístroje od firmy AMR.

Naměřené hodnoty byly posuzovány dle ČSN P 73 0610/2000 Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení a klasifikovány dle Přílohy č. A, Klasifikace vlhkosti zdiva A.1 (viz následující tabulka).

ČSN P 73 0610/2000 Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základ. ustanovení		
Tabulka A.1 - Klasifikace vlhkosti zdiva		
Kategorie	Vlhkost zdiva w v % hmotnosti	Stupeň vlhkosti
I	$w < 3,0 \%$	velmi nízká
II	$3,0 < w < 5,0 \%$	Nízká
III	$5,0 < w < 7,5 \%$	Zvýšená
IV	$7,5 < w < 10,0 \%$	Vysoká
V	$w > 10,0 \%$	velmi vysoká

Tab. č. 3 – Klasifikace vlhkosti zdiva A.1.[11]

- ❖ Měření hmotnostního obsahu vlhkosti zdiva bylo provedeno ve třech úrovních:
 1. ve výšce 1,50 m nad podlahou 1. PP;
 2. ve výšce 0,75 m nad podlahou 1. PP;
 3. těsně nad podlahou (soklem) 1. PP.
- ❖ Měření hmotnostního obsahu vlhkosti podlahové konstrukce bylo provedeno v jedné úrovni – uprostřed betonové mazaniny pod keramickou dlažbou podlahy 1. PP.

Naměřené hodnoty:

- ❖ Měření hmotnostního obsahu vlhkosti zdiva:

sklep – vnitřní stěna tl. 250 mm:

- 1) $w = 4,6$ – II, vlhkost nízká
- 2) $w = 8,8$ – IV, vlhkost vysoká
- 3) $w = 14,1$ – V, vlhkost velmi vysoká

šatna – vnitřní stěna tl. 250 mm:

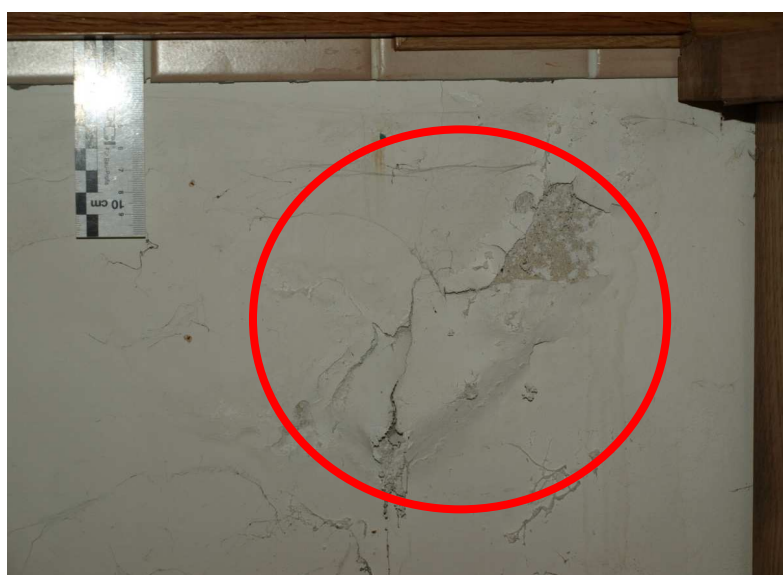
- 1) $w = 5,1$ – III, vlhkost zvýšená
- 2) $w = 9,3$ – IV, vlhkost vysoká
- 3) $w = 17,2$ – V, vlhkost velmi vysoká

vinárna – obvodová stěna tl. 450 mm:

- 1) $w = 5,7$ – kategorie III, vlhkost zvýšená
- 2) $w = 10,5$ – V, vlhkost velmi vysoká
- 3) $w = 19,3$ – V, vlhkost velmi vysoká



Obr. č. 13 – Viditelné černání od vlhkosti na dřevěných obkladech v 1. PP v místnosti vinárna.[11]



Obr. č. 14 – Zřetelné známky vlhkosti zdiva v 1. PP místnost vinárna.[11]

vstup - vnitřní stěna tl. 250 mm:

- 1) $w = 3,9$ – II, vlhkost nízká
- 2) $w = 7,2$ – IV, vlhkost vysoká
- 3) $w = 12,6$ – V, vlhkost velmi vysoká

předsín - vnitřní stěna tl. 250 mm:

- 1) $w = 4,9$ – II, vlhkost nízká
- 2) $w = 8,5$ – IV, vlhkost vysoká
- 3) $w = 16,4$ – V, vlhkost velmi vysoká

Po zařazení naměřených hodnot hmotnostního obsahu vlhkosti svislých zděných konstrukcí v 1. PP do tabulky A.1-klasifikace vlhkosti zdiva byla zjištěna pro každou ze třech úrovní tato rozpětí:

- 1) ve výšce 1,50 m nad podlahou 1. PP - 3,9 až 5,7 – kategorie II až III, vlhkost nízká až zvýšená
- 2) ve výšce 0,75 m nad podlahou 1. PP - 7,2 až 10,5 – kategorie III až IV, vlhkost zvýšená až vysoká
- 3) těsně nad podlahou (soklem) 1. PP - 12,6 až 19,3 – kategorie V, vlhkost velmi vysoká

V místnosti, označené jako vinárna, se nachází sonda do konstrukce podlahy. Skladba podlahy ve vinárně je složena z betonové mazaniny a keramické dlažby. Při šetření byla zjištěna vysoká vlhkost této betonové mazaniny. Otevřenou sondou bylo provedeno kontrolní měření hodnoty hmotnostního obsahu vlhkosti betonové mazaniny pod keramickou dlažbou.

Při měření hmotnostního obsahu vlhkosti podlahové konstrukce v 1. PP byla naměřena následující hodnota, která po zařazení do tabulky A.1 – Klasifikace vlhkosti zdiva byla vyhodnocena jako velmi vysoká:

vinárna – betonová mazanina

w = 24,5 – V, vlhkost velmi vysoká

Z celkových naměřených hodnot hmotnostního obsahu vlhkosti zdiva a podlahové konstrukce w /%/ bylo zhodnoceno, že:

- měření hmotnostního obsahu vlhkosti svislých zděných konstrukcí a podlahové konstrukce byly provedeny na přístupných místech napříč celým objektem;
- naměřený hmotnostní obsah vlhkosti je v podlahové konstrukci nejvyšší - vlhkost velmi vysoká a ve svislých zděných konstrukcích od podlahy směrem vzhůru klesá od vlhkosti velmi vysoké přes vysokou a zvýšenou až po vlhkost nízkou;
- naměřený hmotnostní obsah vlhkosti napříč celým objektem je ve všech třech měřených úrovních poměrně vyrovnaný a svědčí o ustáleném vlhkostním stavu svislých zděných konstrukcí dotovaných vodou v místě paty svislých konstrukcí;
- s rostoucí výškou od podlahové konstrukce se postupně snižuje i hmotnostní obsah vlhkosti, což je pozitivně ovlivněno dvěma vysoušecími jednotkami, které se v těchto prostorách nachází. [11]

7.3 STANOVENÍ VAD A PORUCH STAVBY

7.3.1 Zatékání vody terasou

7.3.1.1 Skladba terasy

Posuzovaná terasa by dle projektové dokumentace měla mít tuto skladbu:

- keramická dlažba, mrazuvzdorná, protiskluzná do tmelu;
- hydroizolace Schlüter DITRA;
- spádový beton C16/20 (B20) tl. min 40 mm s armosítí, dilatovaná 3 x 3 m, šíře spár 5 mm (Podle výkresové dokumentace, půdorysu 2. NP, je vzdálenost dilatačních spár ve skladbě terasy různá a ve velké míře přesahuje zmíněné 3 m),
- extrudovaný polystyren tl. 20 mm – v pásu š. 1000 mm od fasády objektu,
- železobetonová stropní deska
- extrudovaný polystyren tl. 60 mm v pásu šířky 1000 mm od fasády objektu (extrudovaný polystyren tl. 80 mm pod stropem místnosti 110 – garáž),
- omítka tenkovrstvá stěrková (2 vrstvy) s celoplošnou bandáží ze skelné tkaniny.

Pro skladbu terasy byl použit systém Schlüter, pro který jeho výrobce uvádí:

Firma Schlüter dodává na trh dvě varianty skladeb pro terasy. Jedná se o variantu terasy označené jako:

- *střešní* – tyto terasy jsou myšleny jako pochozí ploché střechy nad užitkovými, obytnými či jinými prostorami. Z produktových listů těchto teras vyplývá, že jako samostatnou hydroizolaci nelze použít pásy systému Schlüter DITRA. Pro tyto terasy se musí zhotovit izolace s parotěsnou zábranou, tepelnou a vodotěsnou izolací. Nad touto vodotěsnou izolací musí být provedena drenáž a na ní se nanese jako roznášecí vrstva dilatovaný potěr, na který se přilepí pásy Schlüter DITRA. Tyto pásy slouží jako separační vrstva mezi dlažbou a potěrem a ochrana potěru proti vlhkosti;
- *balkony/terasy* - jsou to terasy vyložené před líc zdiva. U těchto teras lze použít pásy Schlüter DITRA jako kontaktní izolaci ve spojení s dlažbou. Musí se ale dbát na odborné zpracování překrytí spojů, přechodů na stěnu a na pevně zabudované stavební díly.

Výrobce systému Schlüter DITRA uvádí i pokyny pro dilatační spáry:

- pásy Schlüter DITRA je nutné rozdělit nad stávajícími dilatačními spárami;
- pokud se použije Schlüter DITRA jako izolace, tak se spoje musí přelepit páskou Schlüter KERDI FLEX;
- velice důležité je polohové dodržení dilatačních spár v dlažbě přilepené na pásech;
- pokud je systém použit v exteriéru, musí být dlažba rozdělena dilatačními spárami nejlépe v čtvercových polích o velikosti hrany maximálně 3 m.

Při hodnocení terasy se došlo k závěru, že tato terasa je kombinací obou druhů skladeb systému Schlüter DITRA. Větší část terasy je vyložena před líc zdiva, zbylá část se nachází nad prostorou garáže.

Bylo zjištěno, že skladba terasy uvedená v projektové dokumentaci odpovídá skladbě terasy uvedené výrobcem systému Schlüter DITRA jako varianta terasy „balkony/terasy“, tedy vyložená před líc zdiva. V projektové dokumentaci je plocha terasy nad garáží vyřešena pouze zesílením tepelné izolace. Dalším problémem v návrhu terasy je nedodržení vzdálenosti dilatačních spár. [11]

7.3.1.2 Zjištěné vady a poruchy

Byly zjištěny tyto skutečnosti:

- z povrchu terasy špatné odtéká srážková voda, což je způsobené špatným vypárováním terasy (dokonce v některých místech v opačném směru) protékání vody skrz konstrukci terasy a to téměř ve všech místech terasy, špatná hydroizolace,



Obr. č. 15 – Špatné vypárování terasy.[11]

- na terase se odlepuje dlažba;



Obr. č. 16 – Odlepování dlažby na terase.[11]

Podle zjištěných skutečností se dá říci, že chyba vznikla již v návrhu terasy v projektové dokumentaci (nedodržení dilatačních spár, nedostatečná hydroizolace nad garáží). Největším problémem však je provedení hydroizolace terasy a nedodržení postupů, které udává výrobce při provádění stavby (vzhledem k tomu, že se systém Schlüter DITRA používá i jako hydroizolace, pokud by se tento systém správně provedl, tak by k nadměrnému průsaku vody nemělo dojít). Další příčinou nadměrného zatékání vody je špatné vyspádování terasy. Všechny tyto uvedené skutečnosti, tedy zvýšené průsaky vody, nedostatečná dilatace a špatné vyspádování, vedly k následnému odlepování dlažby. [11]

7.3.1.3 Návrh na opravu

Vady vzniklé na terase (protékání vody konstrukcí terasy) byly způsobené hlavně nesprávným a nekvalitním provedením hydroizolace a jejího napojení na svislé konstrukce. Další velkou vadou bylo špatné vyspádování terasy.

Aby se mohla tato izolace opravit (vyměnit), bude zapotřebí odstranit celou skladbu nad touto izolací (dlažby a lepicího tmele). Vyspádování se bude muset opravit provedením nové spádové vrstvy, tedy odstranit původní spádovou vrstvu a nahradit ji novou. Aby mohla být nová spádová vrstva dobře navržena (spád min. 2%), musí se provést výpočet, zda po jejím položení nebude nová podlaha terasy nad úrovní prahu balkónových dveří, které by se tím pádem musely vyměnit za kratší.

Na opravu terasy se budou muset provést tyto práce:

- odstranění vrstev nad stropní deskou (nad tepelnou izolací) v celé ploše terasy:
 - keramická dlažba s lepicím tmelem;

- hydroizolace Schlüter DITRA;
- spádový beton;
- provedení nové spádové vrstvy;
- provedení hydroizolační vrstvy Schlüter DITRA;
- provedení dlažby do lepícího tmelu;

V části terasy, která se nachází nad plochou garáže je nutné mezi vrstvami spádové a hydroizolační navíc provést:

- hydroizolaci z hydroizolačních pásů nebo fólií;
- drenážní vrstvu;
- dilatovaný cementový potěr.

V nově provedených vrstev terasy je důležité dodržení průběžné dilatační spáry po 3m. Dále je důležité při provádění nových vrstev dodržení technologických postupů a provádění jednotlivých detailů dle výrobce systému Schlüter.

K zatékání terasy docházelo po celé ploše, tím vznikly další závady způsobené tekoucí vodou na povrchových úpravách objektu. V místech zatečení vody bude nutné provedení povrchových úprav, jako očištění zanesené fasády a opravy nátěrů. [11]

7.3.2 Vznik vlhkosti ve zdivu v 1.PP

7.3.2.1 Skladba podlah v 1.PP

V 1.PP byly podle projektové dokumentace navrženy a následně provedeny dvě různé skladby podlah pojmenované sklepy a bazén, které se téměř shodují se skutečností zjištěnou při místním šetření. Rozdíly byly zjištěny pouze ve:

- změnách tloušťek jednotlivých navržených vrstev;
- záměně navrhované hydroizolace ze živičných pásů (2x živičný pás SBS) za hydroizolační fólii Fatafol 803

Provedené skladby podlah:

- ❖ *skladba „sklepy“:*
 - keramická dlažba do tmelu;
 - betonová mazanina s armosítí;

- folie PE nebo A 400 h s přelepenými okraji;
- tepelná izolace;
- hydroizolační fólie Fatafol 803;
- podkladní betonová deska vyztužená 1 x KARI 150/150/6;
- štěrkopískový podsyp;

❖ *skladba „bazén“ (keramická dlažba na terénu s podlahovým vytápěním):*

- keramická dlažba protiskluzová lepená do tmelu;
- betonová mazanina s armosítí;
- deska s terči a topnými hady;
- reflexní fólie;
- tepelná izolace;
- hydroizolační fólie Fatafol 803;
- podkladní betonová deska vyztužená 1 x KARI 150/150/6;
- štěrkopískový podsyp.
-

Při hodnocení skladeb podlah se došlo k závěru, že tyto skladby odpovídají běžným zásadám navrhování pozemních staveb a nejsou tedy příčinou poruch vlhkosti zdiva 1.PP. [11]

7.3.2.2 Svislé hydroizolační souvrství

Zdivo v 1.PP je dle projektové dokumentace izolováno vytažením hydroizolačních pásů vodorovné izolace na stěny izolační přízdívky, poté bylo provedeno samotné vyzdění zdí. V předložené projektové dokumentaci byla zjištěna neshoda v provedení hydroizolace kolem světlíků – anglických dvorků, kde hydroizolace probíhá kolem samotných světlíků, světlíky mají být tedy také izolovány. Dle zjištěných skutečností při místním šetření bylo zjištěno, že hydroizolace je vedena před světlíkem kolem zdiva, tedy, že světlíky nebyly izolovány.

Při hodnocení svislého hydroizolačního souvrství se došlo k závěru, že i když bylo provedení svislé hydroizolace navrženo v projektové dokumentaci různé, tak provedení, kdy světlíky nejsou izolované a samotná izolace tak tvoří dilatační vrstvu mezi světlíkem a obvodovým zdivem odpovídá běžným zásadám navrhování pozemních staveb a nejsou tedy příčinou poruch vlhkosti zdiva 1.PP.

Pokud by byly světlíky zaizolované, mohlo by dojít k porušení izolace, neboť detail izolace u spoje světlíku se zdívkou je velmi obtížný z toho důvodu, že při sedání stavby v tomto místě dochází k nerovnoměrnému sedání světlíku a stavby. Toto má za důsledek porušování izolace a následné zatékání. [11]

7.3.2.3 Stanovení příčin nadměrné vlhkosti 1.PP

Po prozkoumání všech skutečností zjištěných při místním šetření a z podkladů, které byly předloženy, nebyly zjištěny žádné závažné nedostatky:

- v návrhu hydroizolací domu ani ve skladbě skutečného provedení. I když byly provedeny všechny izolace dle projektové dokumentace, byla při místním šetření zjištěna nadměrná vlhkost konstrukcí v 1.PP. Největší vlhkost se nacházela v podlaze 1.PP, kde byla naměřena v nezakryté sondě. Dalším měřením bylo potvrzeno, že vlhkost ve svislých konstrukcích je nejvyšší u podlahy a směrem nahoru klesá. Toto se ukázalo u všech svislých konstrukcí v 1.PP. I když byla měřena vzdušná vlhkost, její hodnoty byly velmi nízké (okolo 25%), neboť v těchto prostorách byly spuštěny přístroje na odstranění vlhkosti ze vzduchu. Ani projevy vlhkosti, jako jsou vlhčí místa stěn výše nad podlahou či vyplavování solí (výkvěty), které by naznačily případné špatné provedení svislých izolací, nebyly v objektu zjištěny;
- že by vlhkost zdiva v 1.PP byla způsobena přetékáním světlíků (anglických dvorků) vodou, nebo
- že voda ze zatékající terasy by mohla být příčinou vlhkosti zdiva v 1.PP. Tato voda sice proniká konstrukcí, ale na spodním líci odkapává nad terén pod ní.

Ze všech těchto závěrů lze vyvodit, že k pronikání vody dochází přes vodorovnou hydroizolaci 1.PP, která je zabudována v souvrství podlah. Vzhledem k tomu, že se nejedná o lokální problém, který by určil místo závady hydroizolace, je velmi těžké, skoro nemožné, situovat tuto poruchu.

K zatékání dochází podle všeho z důvodů nekvalitního provedení spojů hydroizolace nebo nekvalitního provedení utěsnění u prostupů instalací. Voda, která proniká hydroizolací, se poté ve vrstvách tepelné izolace rozlévá pod celým domem a vztlínáním proniká do svislých konstrukcí.

Odstranění této závady je zcela nemožné, neboť tuto závadu nelze lokalizovat, a proto by se musela provést nová hydroizolace v celé ploše nemovitosti. Pokud by se tak stalo, není zaručeno, že by závada byla zcela odstraněna. Odstranění závady by dále znamenalo vynaložení neúměrně vysokých nákladů. Proto byla tato vada vyhodnocena jako neodstranitelná. [11]

7.4 SNÍŽENÍ HODNOTY NEMOVITOSTI Z DŮVODŮ VÝSKYTU NEODSTRANITELNÝCH VAD

7.4.1 Stanovení snížení hodnoty

Doposud nebyl vytvořen žádný předpis či postup, jak tuto problematiku zpracovat. Známé jsou tři varianty přístupu, jak stanovit tuto hodnotu:

- 1. určit vliv vady na zkrácení životnosti stavby z hlediska výskytu vad a poruch** – v tomto přístupu není zhodnocena skutečnost, že prostory nelze využívat tak, jak bylo původně uvažováno. V případě, kdy se v prostorách vyskytuje zvýšená vlhkost, není možné do prostor umísťovat vybavení, neboť dochází ke zkracování jeho životnosti. Bez vybavení však nelze prostory k uvažovanému účelu využít. Zkrácená životnost stavby se také velmi špatně určuje, neboť zkrácenou životnost mají především prvky krátkodobé životnosti (obklady, omítky, ostatní vybavení, instalace, ostatní dřevěné konstrukce, atd.), které nadměrnou vlhkostí více trpí. Prvky dlouhodobé životnosti (zdivo, konstrukce podlah atd.) sice mohou v některých případech vykazovat sníženou životnost (některé materiály jako dřevo, nepálené cihly atd.), ve většině případů však jejich životnost výrazně zkrácena není. Stanovení snížení hodnoty tímto způsobem není zcela jednoznačné a zkrácení životnosti nelze přesně ničím podložit, proto tento způsob nebude využit;
- 2. stanovit snížení hodnoty části stavby při uvažování o změně užívání** – u tohoto přístupu lze použít výpočet ceny nemovitosti výnosovým způsobem. Výsledná cena pak bude rozdíl výnosové hodnoty prostor se zamýšleným využitím a výnosové hodnoty prostor s omezeným využitím;
- 3. stanovit snížení hodnoty stavby rozdílem obvyklé ceny stavby bez vady a stavby s vadou** – nejlepší metodou pro zjištění obvyklé ceny je cenové

srovnání prodejních cen podobných nemovitostí. Tento způsob vyžaduje, aby pro cenové srovnání existovalo velké množství prodaných či nabízených porovnatelných domů. Problém nastává s cenovým porovnáním domu s vadami a poruchami. Takovéto nabízené domy jsou většinou velmi staré, již na konci své životnosti a je u nich potřebná celková rekonstrukce. V tomto případě se ale jedná o dům nový a právě takové srovnatelné domy s takovými vadami a poruchami se k prodeji nenabízí nebo u nich nejsou vady uvedeny. Z tohoto důvodu není možné provést cenové porovnání takovýchto objektů, a proto tato metoda není vhodná pro stanovení ceny.

Z uvedených možností se jako nejlepší metoda pro stanovení snížení hodnoty stavby naskýtá metoda s využitím výnosové hodnoty části stavby.

Výnosová hodnota je součtem diskontovaných (odúročených) příjmů, které je možno v budoucnu v daném místě očekávat při přiměřeném pronajmutí nemovitosti, po odečtení výdajů nutných k dosažení těchto příjmů. Vyjadřuje vlastně velikost kapitálu, který by bylo třeba investovat na danou úrokovou míru (míru kapitalizace), aby přinášel výnosy, rovné čistému výnosu z oceňované nemovitosti, kdyby byla pronajata.

Při výskytu vady zvýšené vlhkosti objektu, vznikají vyšší náklady na jeho údržbu, zejména na údržbu prvků krátkodobé životnosti jako je vybavení, omítky, obklady, atd. U stanovení snížení hodnoty je nutné s touto skutečností počítat.

Stanovení nákladů na údržbu:

- vychází se z reprodukční ceny nemovitosti – ceny, za kterou stavba byla postavena;
- roční náklady na údržbu nemovitosti se stanoví jako hodnota 0,5 až 1,5 % z reprodukční ceny nemovitosti, kde hodnota procenta se upravuje podle stavu nemovitosti:
 - stavba ve výborném stavu = 0,5 %;
 - stavba ve zhoršeném stavu = 1,5 %;
- pro stanovení nákladů na údržbu z výše uvedených důvodů bude použito rozdílu hodnoty maximální a minimální tedy 1 % (rozdíl mezi hodnotou

údržby domu bez vad a s vadami). Tato hodnota bude dále zohledněna ve výpočtu pomocí výnosové metody. [11]

7.4.2 Metodika zjištění celkového snížení hodnoty nemovitosti:

Vzhledem k tomu, že objekt není pronajat, je třeba vycházet ze simulace výnosů.

- ❖ nejdříve se zjistí nájem bytů v rodinných domech a nájem skladových prostor tak, aby podlahovou plochou a účelem odpovídaly účelu prostor v 1.PP daného rodinného domu:
 - prostory bytů odpovídá účelu využití prostor 1.PP bez závad (*BP*);
 - skladové prostory odpovídaly prostorům s vadou vlhnutí zdiva (*SP*).

Možné rozdíly stavu, umístění stavby, vybavení atd. by se zohlednily pomocí koeficientů pro cenové porovnání;

- ❖ vzhledem k tomu, že vlhkost zdiva znemožňuje využití pouze některých místností v daném objektu, nebylo by uvažováno s celou plochou 1.PP, ale pouze s vybranými místnostmi, kde tato vada znemožnila plnohodnotné užívání;
- ❖ poté se statistickým zpracováním nabídek zjištěných pronájmů obdobných nemovitostí vyhodnotí hodnoty nájmů těchto prostor v Kč/rok, tedy BP a SP;
- ❖ když se oceňuje nemovitost výnosovým způsobem, kde se předpokládají konstantní příjmy po celou dobu, stanoví se cena takovéto nemovitosti pomocí

věčné renty: $CV = \frac{N}{p} * 100$, kde

N... je hodnota ročního nájemného sníženého o vynaložené náklady na provoz a údržbu nemovitosti,

p... je míra kapitalizace v procentech;

- do vzorce věčné renty se dosadí za:
 - N...rozdíl zjištěných hodnot dosažitelných nájmů za prostory s využitím pro bydlení a za prostory s využitím pro skladování, tedy :

$$N=BP-SP;$$

- o míru kapitalizace hodnota, kterou udává pro bytové domy při oceňování výnosovým způsobem vyhláška č.617/2006 Sb. platná k datu ocenění. Nejoptimálnější způsob zjištění míry kapitalizace je výpočtem ze skutečných dosažených cen a nájemného daného typu nemovitostí, pak se ale může rovnou použít pro ocenění metodika porovnávací.

$$\text{tedy: } CV_1 = \frac{BP - SP}{p} * 100;$$

- nyní je potřeba určit náklady na údržbu stavby (NU). Jak bylo dříve uvedeno, výše ročních nákladů na údržbu nemovitosti se vypočte jako hodnota 0,5 – 1,5 % z reprodukční ceny nemovitosti. V tomto případě se musí tato hodnota odhadnout jako rozdíl mezi náklady na stavbu s vadami a bez vad ($1,5 - 0,5 =$) 1,0 % z reprodukční ceny (RC).

Vada, jako je v tomto případě vlhnutí zdiva, se projevuje zkrácenou životností některých prvků a tím pádem zvýšenými náklady na údržbu nemovitosti.

Jako reprodukční cenu bereme cenu, za kterou by byl majetek pořízen v době, kdy se o něm účtuje. V tomto případě můžeme použít cenu stanovenou ve smlouvě o dílo.

Rozdíl mezi ročními náklady na údržbu nemovitosti s vadami a bez vad tedy bude:

$$NU=1,0\% * RC;$$

- pro stanovení celkové hodnoty újmy způsobené zvýšením nákladů na údržbu a opravy nemovitosti, vzhledem k tomu, že se jedná o vadu neodstranitelnou, je zapotřebí tuto hodnotu opět stanovit výnosovým způsobem pomocí věčné renty jako rozdíl mezi celkovými náklady na opravy a údržbu nemovitosti s vadami a bez vad, tedy:

$$CV_2 = \frac{NU}{p} * 100;$$

- celkové snížení hodnoty nemovitosti ($CSHN$) je dán součtem hodnot vypočtených výnosovým způsobem jako rozdíl hodnot prostor s využitím pro bydlení a pro skladování (CV_1) a rozdíl mezi náklady na opravu a údržbu nemovitosti s vadami a bez vad (CV_2), tedy: $CSHN= CV_1+ CV_2$. [11]

7.5 SHRUTÍ PRAKTICKÉHO PŘÍKLADU

Na tomto příkladu jsem chtěla ukázat, jak lze zjistit a specifikovat neodstranitelné vady.

Z dané kapitoly vyplývá, že rozdíl mezi vadou odstranitelnou a neodstranitelnou je velice minimální.

Po celou dobu řešení problematiky, kdy posuzuji a hodnotím jednotlivé závady na daném objektu, docházím k závěru, že se jedná o vady odstranitelné. Až při posuzování zjištěné závady vlhkosti zdiva v 1.PP, u které bylo zjištěno, že hlavní příčinou je zřejmě špatné provedení vodorovné hydroizolace, narážím na problém rozhodnutí, zda se jedná právě o vadu odstranitelnou či neodstranitelnou. Vzhledem k tomu, že se u daného objektu nejedná o lokální problém, a tudíž je nemožné situovat tuto poruchu, je odstranění této závady zcela nemožné, neboť by se musela provést nová hydroizolace pod celým objektem a vedlo by k vynaložení neúměrně vysokých nákladů. Dle výše uvedeného byla tato vada vyhodnocena jako neodstranitelná.

Pokud je v objektu zjištěna neodstranitelná vada, má to velký vliv na cenu nemovitosti, která je tímto snížena. Na tuto problematiku nebyl doposud zpracován žádný předpis či postup, proto jsem se v další kapitole tohoto příkladu tímto problémem zabývala, a snažila jsem se předvést možný průběh výpočtu snížení hodnoty nemovitosti.

8 ZÁVĚR

Při vybírání tématu mé diplomové práce jsem neměla tušení, jak je toto téma obsáhlé. Až při podrobném zkoumání této problematiky a hledání podkladů pro práci jsem se rozhodla, věnovat se jen části dané problematiky, pro kterou jsem si zvolila oblast vad a poruch způsobené vlhkostí.

První kapitola nabízí výpis pojmů týkajících se tématu diplomové práce jako porucha, vada, stavba a životnost stavby. Té je věnována následující kapitola, kde je více přiblížena a specifikována. Vady a poruchy jsou podrobněji popsány a rozděleny v další kapitole, kde je jim dán větší prostor.

Následná rozsáhlá kapitola se zabývá průzkumy staveb, které jsem rozdělila podle témat. Ty jsou rozepsány a specifikovány v jednotlivých podkapitolách.

Největší pozornost je zaměřena na kapitolu „Poruchy staveb způsobené vlhkostí“, která je hlavním tématem celé diplomové práce. V první části specifikuji problémy konstrukcí způsobené vlhkostí a následně se zaměřuji na její zdroje. V další podkapitole jednotlivě řeším možné příčiny poruch jako stavební vady nebo vlhkost stavebních hmot. Poslední podkapitola je zaměřena na různé způsoby snižování vlhkosti v konstrukcích.

V závěrečné kapitole celé práce je uveden příklad objektu s vyskytující se zvýšenou vlhkostí. U něj stanovuji jednotlivé vady a poruchy způsobené vlhkostí a následně navrhuji jejich možnou opravu. Celý příklad je ukázkový v tom, že je na něm možné názorně předvést, jak se zjišťují a specifikují neodstranitelné vady. V tomto případě se jedná o vadnou hydroizolaci ve vodorovné základové konstrukci. Výskyt neodstranitelné vady vede ke snížení hodnoty nemovitosti. Tomu se věnuje poslední podkapitola, kde je uvedena metodika pro výpočet celkového snížení hodnoty řešené nemovitosti.

Celá diplomová práce ukázala, jak minimální může být rozdíl mezi odstranitelnou a neodstranitelnou vadou a jak její určení může být komplikované.

Literatura:

- [1] VLČEK, M. *Poruchy a rekonstrukce staveb*. ERA group, spol. s r.o., Brno 2006; 3.vydání, ISBN 80-7366-073-3
- [2] <http://www.la-ma.cz/ocenem/on.php?co=1#1zs>
- [3] TESAŘÍKOVÁ, M.; STRÍBRNÝ, P. *Životnost stavby a neodstranitelné vady*, Sborník anotací z konference JUFOS 2009. Brno, 2009, str. 46-50. ISBN: 978-80-214-3822- 4
- [4] <http://www.pavlat-znalec.cz/investing/stpr/stpr/stpr10.html>
- [5] http://www.sagit.cz/pages/lexikonheslatxt.asp?sn=y&hledany=neodstraniteln%E1+va da&cd=151&typ=r&levelid=oc_190.htm
- [6] SOLAŘ, J. *Poruchy a rekonstrukce zděných staveb*. Praha:Grada Publishing, a.s. 2008, ISBN 978-80-247-2672-4
- [7] VANĚK, T. *Rekonstrukce staveb*. Praha:Nakladatelství technické literatury 1989,ISBN 80-03-00063-7
- [8] WITZANY, J. *Konstrukce pozemních staveb – rekonstrukce a poruchy staveb I*. Praha: Ediční středisko ČVUT 1990, ISBN 80-01-00350-7
- [9] PUME, D. *Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí*. Praha: ARCH 1993; 1.vydání,
- [10] BALÍK, J. *Odvhlčování staveb*. Praha: Vydavatelství Grada Publishing, a.s. 2005, ISBN 80-247-0765-9
- [11] *Znalecký posudek C 1225: Pronikání vlhkosti do nemovitosti; Ústav soudního inženýrství v Brně 2008*
- [12] PEXOŮVÁ, J. *Vady a poruchy stavebních konstrukcí – Základní pojmy 2009*
Dostupné z: <www.skoleni-kurzy.eu/ke_stazeni/1/prednasky_ke_stazeni/19_PST-Vady_uvod.pdf>

Seznam obrázků:

Obrázek č. 1 - Rozdělení průzkumů	26
Obrázek č. 2 - Místa vzniku nadměrné vlhkosti v konstrukcích	40
Obrázek č. 3 - Vzduchová dutina – otevřený systém	63
Obrázek č. 4 - Vzduchová dutina – zakrytý systém.	63
Obrázek č. 5 - Princip provětrávaného soklu	64
Obrázek č. 6 - Příklad řešení vnitřního obkladu	65
Obrázek č. 7 - Vodorovná vzduchová mezera pod podlahou, vytvořená zastropením	65
Obrázek č. 8 - Vodorovná vzduchová mezera pod podlahou, vytvořená pomocí tvarovek	66
Obrázek č. 9 - Základní namáhání od podzemní vody	73
Obrázek č. 10 - Typy uložení objektů vzhledem k hydrogeologickému namáhání	74
Obrázek č. 11 - Schéma ukládání solí v sanační omítce	79
Obrázek č. 12 - Řešený objekt	80
Obrázek č. 13 - Viditelné černání od vlhkosti na dřevěných obkladech v 1. PP v místnosti vinárna	83
Obrázek č. 14 - Zřetelné známky vlhkosti zdiva v 1. PP místnost vinárna	83
Obrázek č. 15 - Špatné vyspárování terasy	86
Obrázek č. 16 - Odlepování dlažby na terase	87

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1 - Druhy omítek a jejich použití v souvislosti s vlhkostí.	42
Tabulka č. 2 - Teploty a množství odváděného vzduchu pro hygienická zařízení u pobytových místností.	49
Tabulka č. 3 - Klasifikace vlhkosti zdiva A.1.	82